

ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มสมุนไพรจากไหมข้าวโพด

Antioxidant Capacities and Total Phenolic Content of Herbal Drink from Corn Silk (*Zea mays* L.)

ทัตดาว ภาชีผล,^{1*} สุदारัตน์ สินอ่อน,² พรณิภา แสนพล³
Tatdao Paseephol,^{1*} Sudarat Sin-oun,² Pornnipa Saenpon³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเครื่องดื่มสมุนไพรจากไหมข้าวโพดหวานสีเหลือง ซึ่งหาได้จำนวนมากจากการเป็นของเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมเกษตรและการใช้ในครัวเรือน ในการเตรียมเครื่องดื่ม ได้นำไหมข้าวโพดอบแห้งหรือสดมาสกัดในอัตราส่วนไหมต่อน้ำแตกต่างกัน ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จากนั้นนำน้ำไหมสกัด (86.78%) มาผสมกับน้ำตาลทราย ฟรุกโตส น้ำผึ้ง และกรดซิตริกในปริมาณ 3.53, 9.59, 0.05 และ 0.05% ตามลำดับ การพาสเจอร์ไรซ์เครื่องดื่มใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ผลการศึกษาพบว่า เครื่องดื่มที่เตรียมจากไหมข้าวโพดแห้งที่อัตราส่วน 1:40 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุด (4.9 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/100 มิลลิลิตร) มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH 61.35% และความสามารถในการรีดิวซ์ Fe^{3+} (FRAP) 1.3 มิลลิโมล/ลิตร เครื่องดื่มที่เตรียมจากไหมข้าวโพดสดได้รับคะแนนยอมรับด้านสีมากกว่าเครื่องดื่มที่เตรียมจากไหมแห้ง แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านกลิ่น รสชาติและความชอบรวม ($p>0.05$)

คำสำคัญ: ไหมข้าวโพด เครื่องดื่ม ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

Abstract

This research was aimed to study the feasibility of development of herbal drink from the yellow sweet corn silks which are available in abundance as a waste product from the agro-industry and household uses. In the preparation of the drink, hot-air dried or fresh silks were extracted with different silk-to-water ratios at 80°C for 15 min. Then, the corn extract (86.78%) was mixed with sucrose, fructose, honey and citric acid at the rate 3.53, 9.59, 0.05 and 0.05%, respectively. Pasteurization of the drink was done at 80°C for 20 min. The results showed that the drink prepared from dried corn silk at 1:40 contained the highest amount of phenolic compounds (4.9 mg GAE/100 mL) with the values of DPPH radical scavenging activity of 61.35% and ferric reducing antioxidant

¹ อาจารย์, ^{2,3} นิสิตปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ. กันทรวิชัย จ. มหาสารคาม 44150

¹ Lecturer, ^{2,3} Undergraduate student, Food Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Mahasarakham 44150, Thailand.

*Corresponding author: E-mail address: tatdao_dao@yahoo.com

power (FRAP) of 1.3 m mole/L. The drinks prepared from fresh corn silk got higher acceptance score in term of color as compared to those made from dried silk, but there was no significant difference in odor, flavor and overall impression ($p>0.05$).

Keywords: corn silk, drink, antioxidant capacity

บทนำ

ข้าวโพดหวาน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* Line var. *rugosa* หรือ *saccharata* จัดเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ปลูกได้ตลอดทั้งปี และปลูกได้ทั่วทุกภาค ในปี พ.ศ. 2556 ประเทศไทยมีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดหวาน 247,138 ไร่ และมีปริมาณผลผลิต 365,428 ตัน ผลผลิตข้าวโพดหวาน 75% ของผลผลิตทั้งหมด นำมาแปรรูปเป็นข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวโพดหวานกระป๋องมากเป็นอันดับที่ 1 ของโลก¹ ส่วนที่เหลือเป็นข้าวโพดหวานต้มสุก ข้าวโพดหวานแช่เยือกแข็ง ชูบข้าวโพดและขนมอบกรอบ ข้าวโพดยังจัดเป็นพืชสมุนไพร ที่ใช้เป็นยาได้ทุกส่วนของต้นทั้ง ราก ต้น ใบ ดอก เกสร เมล็ด ชั้ รวมทั้งไหมข้าวโพด หรือฝอยข้าวโพด (corn silk หรือ maize silk) ซึ่งอยู่บริเวณตอนปลายของฝักข้าวโพดและมีการนำไปใช้ประโยชน์น้อยมาก

ไหมข้าวโพด เป็นเกสรตัวเมียของข้าวโพด มีลักษณะคล้ายเส้นไหม มีสีเขียวยาวใสบางเมื่อยังอ่อนและต่อมาเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดง เหลือง หรือน้ำตาลอ่อนๆ แตกต่างกันตามสายพันธุ์ ส่วนนี้ของข้าวโพดมีสารอาหารสำคัญหลายอย่าง เช่น โปรตีนคาร์โบไฮเดรต วิตามิน รวมทั้งสารสำคัญอื่นๆ เช่น สารฟลาโวนอยด์ อัลคาลอยด์ ฟีนอล² ทำให้มีข้อมูลว่าการนำไหมข้าวโพดมาต้มเคี้ยวกับน้ำ แล้วใช้ดื่มแทนน้ำ ช่วยลดน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ลดไขมันของผู้ที่มีไขมันในเลือดสูง รักษาอาการกระเพาะปัสสาวะอักเสบ แก้

อาการโรคนี้ ลดอาการบวมที่เกิดจากไตอักเสบ และแก้ระบบย่อยอาหารไม่ปกติได้³

แม้ว่าไหมข้าวโพดมีประโยชน์ต่อสุขภาพหลายด้าน แต่ข้อมูลเกี่ยวกับการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารยังมีจำกัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจนำไหมข้าวโพดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำสมุนไพรพร้อมดื่มที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในยุคปัจจุบันที่ตื่นตัวให้ความสนใจในเรื่องสุขภาพ และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ของเหลือทิ้งได้อีกทางหนึ่งด้วย โดยมีวัตถุประสงค์งานวิจัยเพื่อศึกษาหาอัตราส่วนของไหมข้าวโพดแบบสดหรือแบบอบแห้งต่อน้ำที่เหมาะสมต่อการเตรียมเครื่องดื่มไหมข้าวโพดและวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มไหมข้าวโพดที่ได้

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การเตรียมน้ำไหมข้าวโพดสกัด

นำไหมข้าวโพดหวานมาล้างทำความสะอาด เป่าให้แห้งด้วยพัดลม แล้วแบ่งออกเป็นสองส่วน ไหมข้าวโพดส่วนแรกนำไปต้มในน้ำสะอาดที่ 80°C นาน 15 นาที ในอัตราส่วนไหมข้าวโพดสด 25 กรัม ต่อน้ำ 500 มิลลิลิตร (1:20) และ 12.5 กรัม ต่อน้ำ 500 มิลลิลิตร (1:40) กรองน้ำไหมสกัดที่ได้ผ่านผ้าขาวบาง ไหมข้าวโพดส่วนที่สองนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60°C นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาต้มกับน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 80°C นาน 15 นาที ในอัตราส่วนไหมข้าวโพดแห้ง 12.5 กรัม 500 มิลลิลิตร (1:40) และ 6.25 กรัม ต่อน้ำ 500 มิลลิลิตร (1:80)

การเตรียมเครื่องดื่มจากน้ำใหม่ข้าวโพด

สูตรพื้นฐานของเครื่องดื่มน้ำใหม่ข้าวโพด ตัดแปลงจากชาพร้อมดื่มรสน้ำผึ้งผสมมะนาวที่จำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วย น้ำชาเขียว 85.95% ฟรุคโตส 9.5% น้ำตาล 3.5% น้ำมะนาว 1.0% น้ำผึ้ง 0.05% และวิตามินซี 0.005%

การเตรียมเครื่องดื่มจากน้ำใหม่ข้าวโพด เริ่มจากนำน้ำใหม่ข้าวโพดที่เตรียมไว้แต่ละชุดการทดลองมาเติมน้ำตาลฟรุคโตส น้ำตาลทราย น้ำผึ้ง และกรดซิตริก ในสัดส่วน 86.78 ต่อ 9.59, 3.53, 0.05 และ 0.05 ตามลำดับ นำส่วนผสมมาพาสเจอร์ไรส์ในหม้อ 2 ชั้นจนได้อุณหภูมิ 80°C คงไว้เป็นเวลา 20 นาที บรรจุลงในขวดพลาสติกขณะร้อน ปิดฝาทันที และทำให้เย็น เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ได้ที่อุณหภูมิ 4°C (แต่ละชุดการทดลองทำ 2 ซ้ำ)

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำใหม่ข้าวโพดใช้วิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale ในด้านสี กลิ่นรส รสชาติ และความชอบรวม มีผู้ทดสอบจำนวน 30 คน การทดสอบทำแยกอิสระในแต่ละบูธ (booth) ในห้องปฏิบัติการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยได้รับเสิร์ฟเครื่องดื่มในแก้วชิมใสจำนวน 20 มิลลิลิตรและให้เลชรหัส 3 หลักแบบสุ่ม จำนวน 4 ตัวอย่างพร้อมกัน

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

1) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compound) ใช้ Folin-ciocalteu colorimetric method โดยนำตัวอย่าง 1 mL มาเจือจาง 10 เท่าด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำสารละลายตัวอย่างเจือจาง 0.5 mL ใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent เข้มข้น 10% ลงไป 2.5 mL ตั้งทิ้งไว้ 8 นาที เติมน้ำสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น 7.5% ลงไป 2 mL ผสมแล้วตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง นำไปวัดค่าการ

ดูดกลืนแสงที่ 765 nm เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรดแกลลิก⁴

2) กิจกรรรมการต้านออกซิเดชัน (Antioxidant capacity) ใช้ DPPH radical scavenging method³ โดยเปิดสารละลาย DPPH เข้มข้น 6×10^{-5} โมลาร์ ในเอทานอลมา 4.5 mL ใส่ในหลอดทดลอง เติมตัวอย่างลงไป 0.5 mL ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที พร้อมกันนี้เตรียมหลอดควบคุม (control) โดยใช้เอทานอล 0.5 mL แทนตัวอย่าง วิเคราะห์ตามขั้นตอนเดียวกัน เมื่อครบ 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 nm คำนวณฤทธิ์การต้านออกซิเดชันเป็นร้อยละการยับยั้ง ตามสมการ

$$\% \text{Inhibition} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100$$

เมื่อ A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุมที่ไม่ได้เติมตัวอย่าง และ A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างหลังทำปฏิกิริยากับ DPPH

3) ความสามารถในการรีดิวซ์ ใช้วิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) โดยผสมสารละลาย FRAP reagent จำนวน 1.8 mL น้ำ 180 μL และตัวอย่าง 60 μL เข้าด้วยกันในหลอดทดลอง บ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 4 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาเทียบกับกราฟมาตรฐานของเฟอร์รัสซัลเฟต ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

4) ค่าสี ใช้เครื่องวัดสี (Minolta, Japan) ที่ผ่านการปรับมาตรฐานด้วยแผ่นสีขาวมาตรฐาน (white blank: $L^* = 97.69$, $a^* = -0.18$, และ $b^* = 1.84$) รินตัวอย่างลงใน petri dish ประจำเครื่องวางในตำแหน่งที่วัดค่าสี รายงานค่าตามระบบ CIE เป็น L^* a^* และ b^*

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ข้อมูลจากการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีและกายภาพนำมาวิเคราะห์ทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design

ส่วนข้อมูลด้านประสาทสัมผัส นำมาวิเคราะห์ทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลอง

คุณภาพทางประสาทสัมผัส

Table 1 แสดงผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดหวานโดยผู้ทดสอบ 30 คน พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเครื่องดื่มที่เตรียมจากไหมข้าวโพดสดสกัดด้วยน้ำในอัตราส่วน 1:20 ได้คะแนนความชอบด้านสีมากที่สุด (7.13 ± 1.68) อยู่ในระดับชอบปานกลาง และมีคะแนนแตกต่างจากเครื่องดื่มที่เตรียมจากไหมข้าวโพดสด 1:40 ไหมข้าวโพดแห้ง 1:40 และไหมข้าวโพดแห้ง 1:80 ซึ่งได้คะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.47-6.23 สำหรับคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวมของเครื่องดื่มทั้ง 4 ชุดการทดลอง ไม่พบความแตกต่างกัน โดยคะแนนความชอบด้านกลิ่นของเครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดสดที่สกัดด้วยน้ำในอัตราส่วน 1:20 ได้คะแนนความชอบด้านกลิ่นมากที่สุด (6.07 ± 1.53) อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย และเครื่องดื่มตัวอย่างอื่นๆ ได้คะแนนในช่วง 5.47-5.93 ในด้านรสชาติของเครื่องดื่ม ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเครื่องดื่มไหมข้าวโพดสด 1:40 มากที่สุด (6.43 ± 1.59) อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย และไม่มี ความแตกต่างกับเครื่องดื่มชุดการทดลองอื่นๆ ซึ่งได้คะแนนอยู่ระหว่าง 5.53-6.00 ในด้านคะแนนความชอบรวมเครื่องดื่มทั้งหมดได้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน โดยน้ำไหมข้าวโพดสด 1:40 ได้คะแนนมากที่สุดเท่ากับ 6.47 ± 1.72 ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างชอบ-ชอบเล็กน้อย รองลงไปเป็นเครื่องดื่มจาก

ไหมข้าวโพดสด 1:20 ที่ได้คะแนน 6.07 ส่วนการใช้ไหมข้าวโพดแบบแห้ง 1:40 และ 1:80 ได้รับคะแนนความชอบอยู่ระหว่าง 5.83-5.93

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด กิจกรรมการต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH และวิธี FRAP

Table 2 แสดงปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านออกซิเดชันของเครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดหวาน โดยวิธี DPPH เปรียบเทียบกับวิธี FRAP

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดพบว่า เครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดแห้ง 1:40 มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุดเท่ากับ 4.89 ± 0.19 mg GAE/100 mL รองลงไปเป็นเครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดแห้ง 1:80 มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 2.51 ± 0.43 mg GAE/100 mL และเครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดสด 1:40 มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดน้อยที่สุดเท่ากับ 1.40 ± 0.22 mg GAE/100 mL ทั้งนี้เครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดหวานทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH พบว่าเครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดแห้ง 1:40 มีกิจกรรมการฤทธิ์ต้านออกซิเดชันมากที่สุดคือ $61.35 \pm 0.66\%$ ซึ่งมากกว่าเครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดแห้ง 1:80 ที่มีกิจกรรมการต้านออกซิเดชัน 57.4% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนเครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดสด 1:20 และ 1:40 มีกิจกรรมการต้านออกซิเดชันน้อยที่สุด คือ 20.73-22.85%

สำหรับความสามารถในการรีดิวซ์ Fe^{3+} ของเครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดหวาน พบว่าเครื่องดื่มที่เตรียมจากไหมข้าวโพดแห้ง 1:40 มีความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์ Fe^{3+} มากที่สุดเท่ากับ 1.31 ± 0.23 m mole/L รองลงไปคือเครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดแห้ง 1:80 มีความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์ Fe^{3+} เท่ากับ

0.81±0.16 m mole/L ส่วนเครื่องดื่มจากไหม
ข้าวโพดสด 1:20 และ 1:40 มีความสามารถในการ
เป็นตัวรีดิวซ์ Fe^{3+} เท่ากับ 0.39±0.01 และ
0.37±0.00 m mole/L ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่าง
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

Table 1 Sensory scores of herbal drinks from yellow sweet corn silk

Treatments	Sensory attributes			
	Color	Odor ^{ns}	Flavor ^{ns}	Overall impression ^{ns}
Fresh silk 1:20	7.13±1.68 ^a	6.07±1.53	5.53±2.11	6.07±2.10
Fresh silk 1:40	6.23±1.50 ^b	5.93±1.34	6.43±1.59	6.47±1.72
Dried silk 1:40	5.77±1.59 ^b	5.47±1.41	6.00±2.00	5.83±1.68
Dried silk 1:80	5.47±1.68 ^b	5.67±1.47	5.73±1.89	5.93±1.84

Note: ^{a,b} Means in the same column with different letters differ significantly at $p \leq 0.05$.

^{ns} Non-significance

Table 2 Total phenolic contents and antioxidant activities of herbal drinks from yellow sweet corn silk

Treatments	Total phenolics (mg GAE/100 mL)	DPPH (% inhibition)	FRAP (m mole/L)
Fresh silk 1:20	1.96±0.03 ^{bc}	22.85±0.43 ^c	0.39±0.01 ^c
Fresh silk 1:40	1.40±0.22 ^c	20.73±0.37 ^d	0.37±0.00 ^c
Dried silk 1:40	4.89±0.19 ^a	61.35±0.66 ^a	1.31±0.23 ^a
Dried silk 1:80	2.51±0.43 ^b	57.44±1.20 ^b	0.81±0.16 ^b

Note: ^{a,b,c,d} Means in the same column with different letters differ significantly at $p \leq 0.05$.

ค่าสี

ผลการวิเคราะห์ค่าสี (L^* , a^* , b^*) ของ
เครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดหวานที่แตกต่าง
กัน 4 ชุดการทดลอง แสดงผลดัง Table 3
พบว่า เครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดหวานทุก
ตัวอย่าง มีค่า L^* ซึ่งบ่งบอกถึงความสว่างไม่
แตกต่างกัน คือ มีค่าอยู่ในช่วง 68.09-73.78
สำหรับค่า a^* แสดงความเป็นสีเขียว-แดง
พบว่า เครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดสด 1:20
และ 1:40 มีค่า a^* มากที่สุด คือ -1.19±0.05

และ -1.10±0.16 ตามลำดับ ส่วนการใช้ไหมข้าวโพด
แห้ง 1:40 และ 1:80 ทำให้ค่า a^* ลดลงเหลือ -1.48
และ -1.30 ตามลำดับ ส่วนค่า b^* แสดงความเป็นสี
เหลือง-น้ำเงิน พบว่า เครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดแห้ง
1:40 มีค่า b^* มากที่สุด คือ 7.04±0.92 เทียบกับ
เครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดแห้ง 1:80 ที่มีค่า b^*
เท่ากับ 4.92±0.60 ส่วนเครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดสด
1:20 มีค่า b^* เป็น 5.16±0.62 และเมื่อเจือจางด้วยน้ำ
ในอัตราส่วนสูงขึ้นเป็น 1:40 มีผลทำให้ค่า b^* ลดลง
เหลือ 4.13±0.53

Table 3 Colors of herbal drinks from yellow sweet corn silk

Treatments	color		
	L* ^{ns}	a*	b*
Fresh silk 1:20	68.09±5.73	-1.19±0.05 ^a	5.16±0.62 ^b
Fresh silk 1:40	72.08±2.22	-1.10±0.16 ^a	4.13±0.53 ^c
Dried silk 1:40	71.77±2.62	-1.48±0.03 ^c	7.04±0.92 ^a
Dried silk 1:80	73.78±2.10	-1.30±0.05 ^b	4.92±0.60 ^{bc}

Note: ^{a,b,c} Means in the same column with different letters differ significantly at $p \leq 0.05$.

^{ns} Non-significance

สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดหวาน พบว่า เครื่องดื่มที่เตรียมจากไหมข้าวโพดสดสกัดด้วยน้ำในอัตราส่วน 1:20 ได้คะแนนความชอบด้านสีมากที่สุด (7.13±1.68) อาจเนื่องมาจากมีสีเหลืองอ่อนและมีความใสมากกว่าเครื่องดื่มจากไหมข้าวโพดแห้งที่มีสีน้ำตาลแดงเข้ม ซึ่งเกิดจากการนำไหมข้าวโพดไปอบก่อนที่นำมาต้มสกัดเป็นน้ำไหมข้าวโพด ส่วนการต้มไหมสดกับน้ำในอัตราส่วน 1:40 อาจทำให้ได้เครื่องดื่มที่มีสีเหลืองอ่อนเกินไปด้านกลิ่น พบว่า เครื่องดื่มที่เตรียมจากไหมข้าวโพดสดสกัดด้วยน้ำในอัตราส่วน 1:20 ได้คะแนนความชอบด้านกลิ่นมากที่สุด (6.07±1.53) ซึ่งการใช้ไหมสดมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่มทำให้ผลิตภัณฑ์ได้คะแนนความชอบด้านกลิ่นมากกว่าไหมแห้งเล็กน้อย อาจเป็นเพราะไหมสดมีความชื้นของกลิ่นน้อยกว่าไหมแห้ง เมื่อนำมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่ม จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากไหมสดมีกลิ่นหอมอ่อนๆ เข้ากับรสชาติของเครื่องดื่ม ในด้านรสชาติ พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเครื่องดื่มไหมข้าวโพดสด 1:40 มากที่สุด (6.43±1.59) อาจเป็นเพราะระดับความเข้มข้นของไหมข้าวโพดที่ใช้เข้ากับรสชาติหวานอมเปรี้ยวของส่วนผสมอื่นๆ ที่เติมลงไปได้ดี สำหรับคะแนนความชอบรวม เครื่องดื่มทั้งหมดได้รับคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน ในภาพรวมของการ

ทดสอบทางประสาทสัมผัส จะเห็นว่า การใช้ไหมสดเตรียมเป็นเครื่องดื่มทำให้ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยเฉลี่ยสูงกว่าการใช้ไหมข้าวโพดที่ผ่านการอบแห้งเล็กน้อย ทั้งในด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวม อย่างไรก็ตาม แม้ว่าเครื่องดื่มไหมข้าวโพดทั้ง 4 ชุดการทดลองได้รับคะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะมากกว่าระดับคะแนน 5.00 แต่ผลิตภัณฑ์ยังต้องการพัฒนาปรับปรุงในทุกๆ ด้าน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ได้คะแนนการยอมรับเพิ่มขึ้น

งานวิจัยนี้วิเคราะห์กิจกรรมการต้านออกซิเดชัน 2 วิธี ได้แก่ DPPH และ FRAP ซึ่งมีหลักการแตกต่างกัน คือ วิธี DPPH วัดประสิทธิภาพของสารต้านออกซิเดชันในเครื่องดื่มในการรวมตัวกับอนุมูลอิสระ DPPH ที่เสถียร ในการทดสอบนี้จะให้ DPPH ที่มีสีม่วงเข้มทำปฏิกิริยากับสารต้านอนุมูลอิสระในระยะเวลาที่กำหนด ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm ดังนั้นการลดลงของความเข้มข้นของ DPPH บ่งบอกถึงความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของสารต้านออกซิเดชัน⁵ ส่วนวิธี FRAP เป็นการวิเคราะห์หาความสามารถในการรีดิวซ์ ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการต้านออกซิเดชัน โดยอาศัยปฏิกิริยารีดอกซ์ และติดตามการเปลี่ยนแปลงสีของสารประกอบเชิงซ้อน Ferric tripyridyltriazine (Fe^{3+} -TPTZ) ซึ่งเมื่อได้รับอิเล็กตรอนจากสารต้านออกซิเดชัน

ในน้ำใหม่ข้าวโพดแล้วจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปสารประกอบเชิงซ้อน Ferrous tripyridyltriazine (Fe^{2+} -TPTZ) ที่มีสีม่วงน้ำเงิน จึงสามารถตรวจสอบความสามารถในการรีดิวซ์ได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm ค่าการดูดกลืนแสงที่เพิ่มขึ้นแสดงถึงความสามารถในการรีดิวซ์ที่มากขึ้น⁶ แม้ว่าหลักการวิเคราะห์จะแตกต่างกัน แต่ผลการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านออกซิเดชันของเครื่องดื่มใหม่ข้าวโพดโดยใช้วิธีวิเคราะห์ 2 วิธีนี้ให้ผลที่สอดคล้องกัน โดยเครื่องดื่มจากใหม่ข้าวโพดแห่ง 1:40 มีกิจกรรมการต้านออกซิเดชันและความสามารถในการรีดิวซ์มากที่สุด รองลงมาคือเครื่องดื่มจากใหม่ข้าวโพดแห่ง 1:80 เครื่องดื่มจากใหม่ข้าวโพดสด 1:20 และเครื่องดื่มจากใหม่ข้าวโพดสด 1:40 ตามลำดับ งานวิจัยก่อนหน้านี้² ได้รายงานฤทธิ์การต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากใหม่ข้าวโพดแห่งที่สกัดด้วยสารละลายเอทานอลเข้มข้น 50% ที่ความเข้มข้น 1.6 mg/mL มีฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH 92.6% และมีค่า IC_{50} 590 mg/mL ในขณะที่ความสามารถในการรีดิวซ์ Fe^{3+} -TPTZ มีค่าใกล้เคียงกับวิตามินซีที่ความเข้มข้นของสารสกัด 0.8 และ 1.6 mg/mL

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดให้ผลที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันกับกิจกรรมการต้านออกซิเดชัน คือ เครื่องดื่มที่มีปริมาณฟีนอลิกสูง เช่น เครื่องดื่มจากใหม่ข้าวโพดแห่ง 1:40 ก็มีความสามารถในการต้านออกซิเดชันและความสามารถในการรีดิวซ์สูง และถ้ามีสารฟีนอลิกทั้งหมดต่ำ เช่น เครื่องดื่มจากใหม่ข้าวโพดสด 1:40 ก็มีความสามารถในการต้านออกซิเดชันและความสามารถในการรีดิวซ์ต่ำ จึงเป็นไปได้ว่าฤทธิ์การต้านออกซิเดชันของเครื่องดื่ม ส่วนหนึ่งเป็นผลจากสารประกอบฟีนอลิกที่มีอยู่ในเครื่องดื่ม ดังเช่นกรณีของความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชันของพืช 10 ชนิด ที่วิเคราะห์โดยใช้วิธี

FRAP และ TEAC ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงบวก กันสูงมาก คือ มีค่า $r = 0.994$ และ 0.927 ตามลำดับ⁷ ทั้งนี้สารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มจากใหม่ข้าวโพดส่วนหนึ่งมาจากส่วนที่เป็นน้ำใหม่ข้าวโพดสกัดและอีกส่วนมาจากส่วนผสมที่เติมลงไป คือ น้ำผึ้ง เนื่องจากมีรายงานว่าในน้ำผึ้ง นอกจากจะประกอบไปด้วยวิตามินบี (B_1 , B_2 , B_6) แคลเซียมและแร่ธาตุต่างๆ แล้วยังมีสารฟีนอลิก จำพวกสารฟลาโวนอยด์ในปริมาณแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับว่าน้ำผึ้งชนิดนั้นได้มาจากดอกไม้ชนิดใด นอกจากนั้นกระบวนการผลิตในขั้นการพาสเจอร์ไรซ์ ยังอาจทำให้เกิดสารที่มีความสามารถในการต้านออกซิเดชันเพิ่มขึ้น นอกเหนือจากสารประกอบฟีนอลิก โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) โดยอุณหภูมิความร้อนที่สูงไปเร่งให้ส่วนที่เป็นอัลดีไฮด์ และคีโตนของน้ำตาลรีดิวซ์ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนเกิดสารสีน้ำตาลที่เรียกว่าเมลานอยดิน (Melanoidins) ซึ่งมีสมบัติในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน⁹

โดยสรุปแล้ว ใหม่ข้าวโพดจัดเป็นแหล่งของผลิตภัณฑ์ตามธรรมชาติที่มีศักยภาพในการนำมาใช้งานในอาหาร และงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงแนวทางการเพิ่มมูลค่าให้แก่ใหม่ข้าวโพดโดยแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสมุนไพร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองส่งเสริมการวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่สนับสนุนทุนการวิจัยครั้งนี้ จากงบประมาณรายได้ประจำปี พ.ศ. 2556

เอกสารอ้างอิง

1. วรวัจน์ อัสตรนธิ์, คุณศศิธร ชัมประเสริฐ. สถานการณ์การผลิตและการแข่งขันทางการค้าข้าวโพดหวานระหว่างประเทศ. เอกสารประกอบการบรรยายโครงการจัด

- สัมมนาวิชาการข้าวโพดสดครั้งที่ 7. คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. ได้จาก: <http://www.ap.mju.ac.th/webpage/seminar/download.php> May 18 2014.
- Ebrahimzadeh MA, Pourmorad F, Hafezi S. Antioxidant activities of Iranian corn silk, *Turkish J Biol* 2008;32: 43-49.
 - Hasanudin K, Hashim P, Mustafa S. Corn silk (*Stigma Maydis*) in healthcare: A phytochemical and pharmacological review. *Molecules* 2012;17: 9697-9715.
 - Liu J, Wang C, Wang Z, Zhang C, Lu S, Lui J. The antioxidant and free-radical scavenging activities of extract and fractions from corn silk (*Zea may L.*) and related flavone glycosides, *Food Chem* 2011;126: 261-269.
 - ปริญญ์ บัวสด. การตรวจสอบความสามารถในการเป็นสารแอนตี้ออกซิแดนซ์ของเครื่องต้มชา โดยวิธีไซคลิกโวลแทมเมตรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร; 2549.
 - รัชฎาพร อุ่นศิริไฉย. ฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของสารสกัดย่านางเครือหมาน้อย และรางจืด. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2554.
 - นันทน์ภัส เต็มวงศ์. ความสัมพันธ์ของสารประกอบฟีนอลิกกับความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระในพืช. *ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์* 2551;8(2): 114-124.
 - ไทรยลนาพาฟาร์มผึ่ง. ข้อมูลน่ารู้เกี่ยวกับน้ำผึ่ง. ได้จาก: <http://www.thailanna.co.th> March 15 2014.
 - ยาตรา ยมสูงเนิน. ผลของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่งต่อสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของขิงแห้ง. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 2556;44 (2): 301-304.