รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. **ชุดโครงการวิจัย** : **วิจัยและพัฒนาการเพิ่มมูลค่าผลผลิต**
2. **โครงการวิจัย** : **การผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่จากพืช**

   กิจกรรม : **การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพืช**

3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : **การประเมินสารประกอบฟินอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในกระบวนการผลิตอาหารเสริมสุขภาพจากข้าวโพดฝักสด**

   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : **Evaluation of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Functional food processing from Corn**

4. **คณะผู้ดำเนินงาน**

   หัวหน้าการทดลอง : นางสาววิมลวรรณ วัฒนวิจิตร
   กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

   ผู้ร่วมงาน : นางสาวสุปรียา ศุขเกษม
   นางสาววิไลศรี ลิมปพะยอม
   นางสาวอกนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์
   นายประยูร เอ็นมาก
   กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

5. **บทคัดย่อ**

การประเมินสารประกอบฟินอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในกระบวนการผลิตอาหารเสริมสุขภาพจากข้าวโพดฝักสด ดำเนินการทดลองที่กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ระหว่างปี 2557 – 2558 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพที่มีสารประกอบฟีนอลและความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงจากข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง โดยการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ และความสามารถต้านอนุมูลอิสระในข้าวโพด

ในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มผง ผลจากการศึกษาพบว่าการต้มเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงจะทำให้สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และความสามารถต้านอนุมูลอิสระลดลง และสารประกอบแอนโทไซยานินในเมล็ดข้าวโพดสีม่วงลดลงด้วยเช่นกัน แต่สารประกอบฟลาโวนอยด์ในการต้มข้าวโพดหวานจะเพิ่มขึ้น เวลาที่เหมาะสมในการต้มเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงในน้ำเดือดคือ 5 นาที และการอบเมล็ดข้าวโพดทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และความสามารถต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดข้าวโพดมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบเมล็ดข้าวโพดหวานสดและต้มคือ 60°C เป็นเวลา 25 ชั่วโมง ส่วนเมล็ดข้าวโพดสีม่วงสดและต้มคือ 65°C เป็นเวลา 25 ชั่วโมง โดยเป็นอุณหภูมิและเวลาที่ทำให้เมล็ดข้าวโพดมีความชื้นเหมาะสม และปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์และความสามารถต้านอนุมูลอิสระลดลงต่ำ การผลิตเครื่องดื่มผงจากผงข้าวโพดบดละเอียดนั้นไม่เหมาะสมสำหรับผลิตเครื่องผงข้าวโพดจากผงข้าวโพดบดละเอียดเนื่องจากมีการพองตัวและการละลายน้ำค่อยข้างต่ำ การศึกษาการต้มน้ำข้าวโพดจะทำให้ความสามารถต้านอนุมูลอิสระในน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงทั้งจากเมล็ดข้าวโพดสดและเมล็ดข้าวโพดต้มลดลงแต่มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์เพิ่มขึ้น โดยการต้มที่อุณหภูมิ 95°C จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ และ ความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการต้มที่ 85 และ 90°C อุณหภูมิการต้มน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ และ ความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงคือการต้มคือที่ 95°C เป็นเวลา 5 นาที แต่กรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตน้ำข้าวโพดที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดคือ การผลิตน้ำข้าวโพดหวานจากเมล็ดข้าวโพดสดและต้มน้ำข้าวโพดที่อุณหภูมิ 85 □ °C เป็นเวลา 5 นาที และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่เหมาะสมสำหรับเครื่องดื่มน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงคือ 8 องศาบริกส์ การทำแห้งน้ำข้าวโพดแบบโฟมแมทน้ำข้าวโพดหวานและน้ำข้าวโพดสีม่วงอบแห้งที่ 70 °C เป็นเวลา 90 นาที โดยใช้ GMS 2% 50 g และ GMS ผสม methocel 1:1 2% 75 g เป็นสารก่อโฟมที่เหมาะสมในน้ำข้าวโพดหวานและน้ำข้าวโพดสีม่วงตามลำดับ และอัตราส่วนอัตราส่วนของผงน้ำข้าวโพดต่อน้ำที่ผู้บริโภคให้การยอมรับคือที่ระดับ 1 : 5 ทั้งผงน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

คำสำคัญ : เครื่องผงน้ำข้าวโพด การทำแห้งแบบโฟมแมท สารประกอบฟีนอลทั้งหมด ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ

Evaluation of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Functional food processing from Corn was performed during 2014 - 2015 at Postharvest and Processing Research and Development Division. The objective of this study was to optimize healthy food from sweet and purple corn processing. The phenolic, flavonoid and antioxidant activity in instant beverage from sweet and purple corn process were investigated. The

results showed that total phenolic content and antioxidant activity in sweet corn and purple corn boiling were reduced and total anthocyanin content in boiled purple corn also reduced but total flavonoid content in boiled sweet corn was increased. The suitable boiling time was 5 min. and hot air oven also effect to total phenolic content and antioxidant activity in dry corn. The proper fresh/boiled sweet and purple corn drying temperature that contain suitable moisture and low effect of total phenolic, flavonoid and antioxidant in corn were 60°C and 65°C for 25 hrs., respectively. The dried corn mill was not appreciating process to made instant beverage because there had low water solubility and swelling. In addition, heating sweet and purple corn milk from fresh seed and boiled seed also affect to reduce antioxidant activity but total flavonoid was increase. Total phenolic and flavonoid content and antioxidant activity in corn milk heated at 95°C was higher than 85 and 90°C. Nevertheless, most consumer accepted sweet and purple corn milk that made from fresh seed, heated at 85°C for 5 min and total soluble solid was 8 °Brix. Moreover, the proper condition to dried corn milk by foam matt drying oven at 70 °C for 90 min. were used 2% GMS 50 g in sweet corn milk that added 25 % maltodextrin and 2% 1:1 mixed GMS and methocel K4M 75 g in purple corn milk added 20 % maltodextrin and the optimal instant corn milk powder to water ratio was 1:5.

Keywords : instant corn milk, foam matt drying, total phenolic, antioxidant activity

6. คำนำ

ในปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสนใจในการรักษาสุขภาพมาก ทำให้อาหารเพื่อสุขภาพ (functional food) หรือ อาหารที่ให้ประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกายมากกว่าอาหารปกติ โดยการเติมสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายลงไป ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ จะเน้นวัตถุดิบที่มาจากธรรมชาติ และมีผลการค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์รับรองคุณประโยชน์ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2552) หลาย ๆ ประเทศมีการบริโภคข้าวโพดทำให้เป็นพืชที่มีความสำคัญของโลกชนิดหนึ่ง ประเทศไทยสามารถผลิตข้าวโพดได้หลากหลายชนิด และเป็นพืชหนึ่งที่มีศักยภาพในการเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เนื่องจากมีรายงานว่า ข้าวโพดหวานที่ผ่านการต้มหรือปิ้ง มีปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระ และกรดเฟรุลิก (Ferulic acid) ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอล (phenolic compound) มีประโยชน์สำหรับร่างกายเพิ่มมากขึ้นเมื่อถูกความร้อนสูงขึ้นหรือเป็นเวลานานขึ้น (นิรนาม, 2554) กระบวนการแปรรูปไปสู่ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น อาหารกระป๋อง เครื่องดื่ม ผลิตภัณฑ์อบแห้ง เป็นต้น กระบวนการดังกล่าวมักมีผลกระทบต่อ

สารอาหารที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกายในข้าวโพดด้วย (Asami, Hong, Barrett, & Mitchell, 2003) ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารประกอบฟีนอลและความสามารถต้านอนุมูลอิสระในข้าวโพดผ่านกระบวนการแปรรูปจึงควรได้รับการคำนึงถึงด้วยเช่นเดียวกัน เพราะฉะนั้นการศึกษาผลของกระบวนการแปรรูปต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลและความสามารถต้านอนุมูลอิสระในข้าวโพดฝักสด และผลิตภัณฑ์จึงมีความสำคัญยิ่งในปัจจุบันทั้งต่อผู้บริโภคและเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันโดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำข้อมูลไปใช้ประกอบการสร้างความเชื่อมั่นในการผลิตอาหารเสริมสุขภาพจากข้าวโพด

ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมเพื่อสุขภาพ (functional food) หมายถึงอาหารที่มนุษย์บริโภคเข้าไปแล้วให้ประโยชน์หรือคุณสมบัติอื่น ๆ ต่อสุขภาพนอกเหนือจากคุณค่าทางโภชนาการพื้นฐาน คือ คาร์โบไฮเดรท โปรตีน ไขมัน วิตามินและเกลือแร่ ซึ่งสมบัติพิเศษที่ได้รับนี้มีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นการช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรค เช่น ช่วยลดปริมาณคอเลสเทอรอลในเลือด ลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุน (Osteroporosis) มีผลต่อการป้องกัน การเกิดโรคมะเร็ง โรคอ้วน โรคเบาหวาน ตลอดจนมีผลต่อการเพิ่มระบบภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย อาหารหลายชนิดที่จัดเป็นฟังชันนัลฟูดส์และพบได้ในชีวิตประจำวันมีมากมายหลายประเภท เช่น โพรไบโอติกส์ พรีไบโอติกส์ ธัญพืช เส้นใยอาหาร ตลอดจนสารเคมีพืช หรือที่เรียกว่าไฟโทเคมีคัล (Phytochemicals) หลายชนิด ดังนั้นคำว่าฟังชันนัลฟูดส์จึงรวมถึงกลุ่มของสารอาหารตามหลักโภชนาการ และกลุ่มที่ไม่จัดเป็นสารอาหาร เช่น สารไฟโทเคมีคัล สารต้านออกซิเดชัน (ปิ่นมณี, 2548)

สารต้านอนุมูลอิสระคือสารที่สามารถทำให้อิเล็กตรอนโดดเดี่ยวเสถียรและหยุดปล่อยปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระ เนื่องจากความว่องไวในการทำปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระสามารถทำปฏิกิริยากับโมเลกุลต่าง ๆ ในร่างกายทำให้เกิดผลเสียต่อร่างกายเช่น เกิดโรคชนิดต่าง ๆ ได้ แก่เร็วขึ้น หลอดเลือดอุดตัน ต้อกระจก และมะเร็งเป็นต้น ทำให้การบริโภคอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อความสมดุลของร่างกาย แหล่งสำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติคือสารประกอบฟีนอล ซึ่งสามารถพบได้ทุกส่วน จากการศึกษาพบว่าการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มที่มีสารประกอบฟีนอลสูงจะสามารถช่วยลดการเกิดโรคหัวใจและโรคมะเร็งได้ (Tsuda *et al*., 1994)

เมล็ดข้าวโพดเป็นแหล่งของ xanthophylls มีฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการก่อตัวตัวในเส้นเลือด จึงช่วยป้องกันการผิดปกติของหลอดเลือด (Kuhnena et al., 2009) นอกจากนี้ข้าวโพดสีม่วงยังสามารถช่วยป้องกันโรคอ้วนและโรคเบาหวานได้ (Tsuda, Horio, Uchida, Aoki, & Osawa, 2003) เนื่องจากมีสารประกอบฟีนอลในข้าวโพดสีม่วงได้แก่**แอนโทไซยานิน** (cyanidin-3-glucoside, pelargonidin-3-glucoside และ peonidin-3-glucoside) กรดฟีนอลิก (p-coumaric, vanillic acid, protocatechuic acid) และฟลาโวนอยด์ (อนุพันธ์ของเคอซิติน และอนุพันธ์ hesperitin) เป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้การไฮโดรไลซิสด้วยกรด

และด่างสารสกัด ethyl acetate จะพบ p-coumaric และ ferulic acid เป็นองค์ประกอบหลัก (Pedreschi & Cisneros-Zevallos, 2007)

ในปัจจุบันการผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเครื่องดื่มที่มีปริมาณความชื้นสูงจะเสื่อมคุณภาพได้ง่ายกว่าผลิตภัณฑ์ความชื้นต่ำ ซึ่งการทำอาหารหรือเครื่องดื่มแห้งจะช่วยความชื้นในผลิตภัณฑ์ลง ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ อีกทั้งยังมีน้ำหนักเบาขนส่งได้สะดวกตลอดจนการบริโภคสามารถทำได้ง่าย กรรมวิธีในการผลิตเครื่องดื่มผงสมารถทำได้หลายวิธี เช่น การอบแห้งแบบฟ่นฝอย (Spray drying) การอบแห้งแบบเยือกแข็ง (Freeze drying) การอบแห้งแบบโฟมแมท (Foam-mat drying) ตากแห้งบดละเอียด (ชณิชา, 2550)

7. **วิธีดำเนินการ** :

อุปกรณ์และสารเคมี

- ตัวอย่างข้าวโพดหวาน พันธุ์ ไฮบริกส์ 3 ซื้อมาจากตลาดไท
- ตัวอย่างข้าวโพดสีม่วง พันธุ์ แปซิฟิก 111 อายุเก็บเกี่ยว 67 วัน จากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี
- สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ เช่น DPPH กรดแอสคอบิก กรดแกลลิก คาเตชิน สารละลายฟอลินชิโอแคลตู
- Methocel K4M (บริษัท วิกกี้ เอนเตอร์ไพรซ์ จำกัด, เกรดอาหาร)
- Glyceryl monostearate (บริษัท ยูเนี่ยน ซายน์ จำกัด, เกรดอาหาร)
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิพร้อมเครื่องเขย่า Julabo รุ่น SW 21
- สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Shimadzu, UV2600)
- ตู้อบแห้งแบบลมร้อน
- เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Novasina, TH 200)
- เครื่องวัดสี (Chroma meter, Minolta CR 400)
- เครื่องตีแป้ง (OTTO)

วิธีการ

1. การศึกษาผลของกรรมวิธีผลิตเครื่องดื่มผงจากการอบแห้งแล้วบดละเอียดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

1.1. การศึกษาผลของเวลาในการต้มเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

นำข้าวโพดปอกเปลือกล้างน้ำสะอาด แกะเฉพาะส่วนเมล็ด ต้มที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 5 10 15 20 25 และ 30 นาที แล้วนำแช่ในน้ำเย็นทันที วางแผนการทดลองแบบ CRD ทดลอง 3 ซ้ำในข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง แล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ และเพิ่มการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินกรณีข้าวโพดสีม่วง

1.1.1 การสกัดตัวอย่างเมล็ดข้าวโพด

<u>ตัวอย่างข้าวโพดหวาน</u>

การสกัดตัวอย่างเมล็ดข้าวโพดหวานต้ม เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ และความสามารถต้านอนุมูลอิสระ ประยุกต์มาจากวิธีการของ (Sultana *et al.*, 2009) โดยนำตัวอย่างเมล็ดข้าวโพดปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ชั่งตัวอย่างปั่นละเอียด 5 g ลงในขวดรูปกรวย เติมสารละลายเอทานอล 80 % v/v ปริมาตร 50 mL แล้วนำไปเขย่าที่อุณหภูมิห้องด้วยความเร็ว 120 rpm เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำมากรอง นำตะกอนที่เหลือมาสกัดซ้ำอีก 2 ซ้ำ เก็บส่วนของสารละลายจากการสกัดรวมกันแล้วปรับมาตร เก็บตัวอย่างที่ -20 °C เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

<u>ตัวอย่างข้าวโพดสีม่วง</u>

ชั่งตัวอย่างเมล็ดข้าวโพดปั่นละเอียด 5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 M ในเอทานอล 50 % v/v แล้วนำไปเขย่าที่อุณหภูมิห้องด้วยความเร็ว 120 rpm เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 42 แล้วนำตะกอนไปสกัดซ้ำอีก 2 ครั้งหรือจนสารละลายที่ได้ใส นำสารละลายที่ได้จากการสกัดมารวมกันแล้วปรับปริมาตร เก็บตัวอย่างที่ -20 °C เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

1.1.2 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดโดยวิธีฟอลินซิโอแคลตู (Folin-ciocalteu method) เทียบกับสารมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid) โดยประยุกต์วิเคราะห์ของ (Kim *et al.*, 2003) โดยสร้างกราฟมาตรฐานสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกความเข้มข้น 0 – 10 mg/L โดยมีวิธีการดังนี้

- ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 1 mL ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 mL ที่บรรจุน้ำกลั่นปริมาตร 9 mL
- เติมสารละลาย Folin-ciocalteu' s phenol reagent ปริมาตร 1 mL แล้วเขย่าให้เข้ากัน เริ่มจับเวลา
- นาทีที่ 5 เติมสารละลาย Na_2CO_3 ความเข้มข้น 7% w/v ปริมาตร 10 mL
- ปรับปริมาตรเป็น 25 mL ด้วยน้ำกลั่นทันที
- เก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 90 นาที ที่อุณหภูมิห้อง
- วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750
- เปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดจากมาตรฐาน

1.1.3 การหาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดฟีนอลทั้งหมด โดยประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์ของ (Kim *et al.*, 2003) โดยสร้างกราฟมาตรฐานสารละลายมาตรฐานคาเทชิน (catechin) ความเข้มข้น 0 – 300 mg/L โดยมีวิธีการดังนี้

- ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 1 mL ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 mL ที่บรรจุน้ำกลั่นปริมาตร 4 mL
- เติมสารละลาย $NaNO_2$ ความเข้มข้น 5% w/v ปริมาตร 0.3 mL เริ่มจับเวลา
- นาทีที่ 5 เติมสารละลาย $AlCl_3$ ความเข้มข้น 10% w/v ปริมาตร 0.3 mL
- นาทีที่ 6 เติมสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 1 M ปริมาตร 2 mL
- ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น แล้ววัดค่าการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 nm

1.1.4 การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยทดสอบการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH·

การศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยการทดสอบการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH· ประยุกต์ใช้วิเคราะห์ของ (Kim *et al.*, 2002) โดยสร้างกราฟมาตรฐานจากสารละลายมาตรฐานวิตามิน ซี กับเปอร์เซ็นต์การจับอนุมูล DPPH (% SA) โดยมีวิธีการดังนี้

<u>การสร้างกราฟมาตรฐาน</u>

1. เตรียม stock solution สารละลายมาตรฐานวิตามิน ซี ความเข้มข้น 1000 mg/L โดยชั่งวิตามิน ซี 0.1 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100ml

2. ปิเปต stock solution สารละลายมาตรฐานวิตามิน ซี ความเข้มข้น 1 mg/ml ปริมาตร 0.50 1.25 2.50 3.75 และ 5.00 ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 25 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานวิตามิน ซี ความเข้มข้น 20 50 100 150 และ 200 mg/L ตามลำดับ

3. ปิเปตสารละลายมาตรฐานแต่ละความเข้มข้น 0.2 mL ใส่ในหลอดทดลอง

4. ปิเปตสารละลาย DPPH· ความเข้มข้น 100 x 10^{-6} M ปริมาตร 5.8 mL ใส่ในหลอดทดลองทุกหลอง ผสมให้เข้ากัน

5. เก็บไว้ในที่มืด 30 นาที ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น แล้ววัดค่าการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 nm

6. คำนวณค่าการจับกับอนุมูล DPPH· จากสูตร

$$\% \text{ การจับอนุมูล DPPH}^{\bullet} \text{ (\% SA)} = \frac{(A_0 - A_1)}{A_0} \times 100$$

โดย A_0 และ A_1 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุมและตัวอย่างตามลำดับ

7. สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานวิตามินซีกับค่าการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH แล้วหาความสัมพันธ์เชิงเส้น จะได้สมการเส้นตรงและนำมาใช้ในการคำนวณหาความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยสมมูลกับวิตามินซี หรือ vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC)

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 0.2 mL ใส่ในหลอดทดลอง
2. ปิเปตสารละลาย DPPH• ความเข้มข้น 100 x 10^{-6} M ปริมาตร 5.8 mL ใส่ในหลอดทดลองทุกหลอง ผสมให้เข้ากัน
3. เก็บไว้ในที่มืด 30 นาที ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น แล้ววัดค่าการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 nm

คำนวณค่าการจับกับอนุมูล DPPH▪โดยนำค่าการจับกับอนุมูล DPPH▪ คำนวณค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยสมมูลกับวิตามินซีโดยใช้สมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐาน

1.1.5 การหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดโดยวิธี pH-differential

การหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในตัวอย่างข้าวโพด โดยวิธี pH-differential ประยุกต์ตามวิธี AOAC Official method 2005.02 (AOAC, 2006) มีวิธีการ ดังนี้

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 1 mL ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 mL แล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ pH 1.0 (สารละลายโปแตสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.025 M) และสารละลายบัฟเฟอร์ pH 4.5 (สารละลายโซเดียมอะซีเตท ความเข้มข้น 0.4 M)
2. วัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ 520 และ 700 nm ในสารละลายทั้งสองบัพเฟอร์ภายใน 20 นาที หลังจากการเจือจางตัวอย่าง
3. คำนวณปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดจากสูตร

ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (as cyanidin 3-glucoside , mg/l) = $\frac{A \times MW \times DF \times 10^3}{\varepsilon \times 1}$

โดย A = $(A_{520nm} - A_{700nm})$pH1.0 – $((A_{520nm} - A_{700nm})$pH 4.5

MW = 449.2 g/mol สำหรับ cyanidin-3-glucoside

DF = ค่าการเจือจาง (dilution factor)

1 = ความกว้างของเซลล์ที่ใช้วัดการดูดกลืนแสง

ε = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงต่อโมลาร์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 26,900 สำหรับ cyanidin 3-glucoside

10^3 = แฟกเตอร์สำหรับเปลี่ยน g ให้เป็น mg

1.2 ศึกษาผลของอุณภูมิและเวลาในการอบแห้งเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

โดยนำข้าวโพดปอกเปลือกล้างน้ำสะอาดแกะเฉพาะส่วนเมล็ด ต้มที่อุณหภูมิ 100°C ตามระยะเวลาที่ให้ความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงสุด แล้วนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 60 และ 65 °C เป็นเวลา 15 20 และ 25 ชั่วโมง เทียบกับเมล็ดข้าวโพดที่ไม่ได้ต้มก่อนอบ วางแผนการทดลองแบบ RCB ทดลอง 5 ซ้ำ ในข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง จากนั้นบดเป็นผงละเอียดแล้ววิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ และเพิ่มการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินกรณีข้าวโพดสีม่วง

1.3 ศึกษาการผลิตเครื่องดื่มผงจากผงข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

1.3.1 ศึกษากำลังการพองตัวและการละลายของผงข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

การศึกษากำลังการพองตัวและการละลายของผงข้าวโพดประยุกต์ใช้วิธีการของ วิภาวดี และคณะ (2555) โดยให้ความร้อนแก่ผงข้าวโพดละลายน้ำซึ่งจะทำให้เกิดการพองตัวและบางส่วนของผงแป้งละลายออกมา กำลังการพองตัวคือน้ำหนักของตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น ส่วนการละลายเป็นน้ำหนักของของแข็งทั้งหมดที่สมารถละลายน้ำได้ การทดลองโดยนำผงข้าวโพดหวาน และข้าวโพดสีม่วงที่ต้มและไม่ต้มก่อนอบแห้ง มาชั่งน้ำหนัก 1 g ใส่ในหลอดเซนตริฟิวส์ เติมน้ำกลั่น 30 mL แล้วนำไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 85°C เขย่าตลอดเวลา แล้วนำเซนตริฟิวซ์ที่ความเร็ว 2200 rpm เป็นเวลา 15 นาที แยกส่วนเฉพาะส่วนน้ำใส่ภาชนะที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้วนำไปอบแห้งในตู้อบแห้งแบบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ชั่งน้ำหนักเป็นส่วนที่ละลายน้ำ ส่วนตะกอนที่เหลือในหลอดเซนตริฟิวซ์ชั่งน้ำหนักหากำลังการพองตัว ดังนี้

$$\% \text{ การละลาย} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนที่ละลายน้ำ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}} \times 100$$

$$\% \text{ การพองตัว} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งที่พองตัวแล้ว} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง} \times (100 - \% \text{ การละลาย})}$$

1.3.2 ศึกษาความเหมาะสมในการทำเครื่องดื่มผงจากผงข้าวโพดบดละเอียด

โดยนำข้าวโพดผงบดละเอียดจากสภาวะการอบที่เหมาะสม ผสมข้าวโพดผงต่อน้ำตาลในอัตราส่วน 1 : 1 เติมน้ำร้อนในอัตราส่วนผงต่อน้ำ 1 : 20 ทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส

หวาน และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้บริโภคกึ่งฝึกฝน 20 คน ด้วยแบบทดสอบแบบ hedonic scale (9-point hedonic)

2. **การศึกษาผลของกรรมวิธีผลิตเครื่องดื่มผงจากน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง**

2.1 การศึกษาผลของอุณหภูมิในการต้มน้ำข้าวโพด

โดยนำข้าวโพดปอกเปลือกล้างน้ำสะอาด ใช้เฉพาะส่วนเมล็ด ผสมน้ำในอัตราส่วนเมล็ดข้าวโพดต่อน้ำเป็น 1 : 2 กรณีข้าวโพดหวาน และ 1 : 5 กรณีข้าวโพดสีม่วง ปั่นให้เข้ากันแล้วกรองแยกกากด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 85 90 และ 95 °C เป็นเวลา 5 10 15 20 25 และ 30 นาที โดยใช้น้ำข้าวโพดที่ไม่ต้มเป็นตัวอย่างควบคุม วางแผนการทดลองแบบ RCB ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ และเพิ่มการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินกรณีข้าวโพดสีม่วง

2.2 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มน้ำข้าวโพดหวานและน้ำข้าวโพดสีม่วง

การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มน้ำข้าวโพดหวานและน้ำข้าวโพดสีม่วง โดยเตรียมน้ำข้าวโพดโดยใช้อัตราส่วนเมล็ดข้าวโพดต่อน้ำ เป็น 1 : 2 กรณีข้าวโพดหวาน และ 1 : 5 กรณีข้าวโพดสีม่วง ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 4 ระดับคือ 6 8 10 และ 12 องศาสบริกส์ ด้วยน้ำตาลทราย แล้วต้มที่อุณหภูมิ 85°C เป็นเวลา 5 นาที ทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสหวาน และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้บริโภคกึ่งฝึกฝน 20 คน ด้วยแบบทดสอบแบบ hedonic scale (9-point hedonic)

2.3 การศึกษาผลของกรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงต่อการยอมรับของผู้บริโภค

การศึกษาผลของกรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงต่อการยอมรับของผู้บริโภค คัดเลือกวิธีการทำน้ำข้าวโพดที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูง 4 กรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 การทำน้ำข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดสด และต้มน้ำข้าวโพดที่อุณหภูมิ 85°C เป็นเวลา 5 นาที

กรรมวิธีที่ 2 การทำน้ำข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดต้ม และต้มน้ำข้าวโพดที่อุณหภูมิ 85°C เป็นเวลา 5 นาที

กรรมวิธีที่ 3 การทำน้ำข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดสด และต้มน้ำข้าวโพดที่อุณหภูมิ 95°C เป็นเวลา 5 นาที

กรรมวิธีที่ 4 การทำน้ำข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดต้ม และต้มน้ำข้าวโพดที่อุณหภูมิ 95°C เป็นเวลา 5 นาที

เตรียมน้ำข้าวโพดโดยการปั่นเมล็ดข้าวโพดผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1: 1 กรณีข้าวโพดหวาน และ 1: 5 กรณีข้าวโพดสีม่วง ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เป็น 8 ° brix ด้วยน้ำตาลทรายแล้วนำไปต้มตามอุณหภูมิและเวลาที่กำหนด ทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสหวาน และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้บริโภคกึ่งฝึกฝน 20 คน ด้วยแบบทดสอบแบบ hedonic scale (9-point hedonic)

2.4 การศึกษาเครื่องดื่มผงน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงโดยการทำแห้งแบบโฟมแมท

2.4.1 การศึกษาชนิด ปริมาณสารก่อโฟมและมอลโตเดกตรินที่เหมาะสม

การศึกษาการผลิตเครื่องดื่มผงจากน้ำข้าวโพดโดยวิธีการทำแห้งแบบโฟมแมท ประยุกต์วิธีการของดุจหทัย (2005) โดยใช้สารก่อโฟม 3 ชนิด ได้แก่ GMS methocel K4M และ GMS ผสม methocel K4M ในอัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้นของสารก่อโฟม 2 % และ 5% เติมสารก่อโฟม 50 75 และ 100 g และปริมาณมอลโตเดกตริน 2 ระดับ คือ 20 และ 25 % ของของผสมทั้งหมด โดยมีวิธีการดังนี้

- เตรียมน้ำข้าวโพดหวานและน้ำข้าวโพดสีม่วง โดยนำเมล็ดข้าวโพดตีปั่นกับน้ำเปล่าในอัตราส่วน 1: 1 สำหรับข้าวโพดหวาน และ 1 : 5 สำหรับข้าวโพดสีม่วง กรองแยกกากด้วยผ้าขาวบาง แล้วต้มน้ำข้าวโพดที่อุณหภูมิ 85°C เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำมาแช่ในน้ำเย็นทันที

- เติมมอลโตเดกตริน ในปริมาณ 20 และ 25 % คนให้เข้ากัน

- เตรียมสารก่อโฟม ความเข้มข้น 2 และ 5 % โดยชั่งสารก่อโฟมตามปริมาณ แล้วน้ำร้อนอุณหภูมิ 65°C ให้ครบ 100 g ปั่นให้สารก่อโฟมละลายเข้ากันด้วยเครื่องตีปั่นผสมอาหารแบบมือถือ จะได้สารละลายสารก่อโฟมที่ลักษณะคล้ายแป้งเปียก

- ชั่งน้ำข้าวโพดที่ผสมมอลโตเดกตรินแล้ว 200 g ลงในโถของเครื่องตีแป้ง แล้วเติมสารละลายสารก่อโฟม 50 75 และ 100 g ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปตีให้เป็นด้วยเครื่องตีแป้งหัวตะกร้อเป็น 10 นาที

- หาความหนาแน่นของโฟมโดยชั่งน้ำหนักของโฟมในภาชนะที่ทราบปริมาตรแน่นอน

- นำโฟมที่ได้บรรจุถุงพลาสติก แล้วตัดมุมถุงให้มีขนาด 3 mm แล้วบีบโฟมที่ได้ให้เป็นเส้นยาวลงในถาดอลูเนียมที่รองด้วยพลาสติก

- นำไปอบที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 90 นาที ด้วยตู้อบแบบลมร้อน เก็บเครื่องดื่มผงที่ได้ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์

- ศึกษาคุณสมบัติของเครื่องผงข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงที่ได้แก่ ความชื้น ค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ

2.5 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มผงข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผงน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง โดยผงน้ำข้าวโพดหวาน เติมมอลโตเดกตริน 25 % ของของผสมทั้งหมด และ ใช้ GMS 2% 50 g ต่อของผสมน้ำข้าวโพดหวาน 200 g เป็นสารก่อโฟม ส่วนผงน้ำข้าวโพดสีม่วง ใช้มอลโตเดกตริน 20 % ของของผสมทั้งหมด และใช้ GMS ผสม methocel K4M ในอัตราส่วน 1:1 2% 75 g ต่อของผสมน้ำข้าวโพดสีม่วง 200 g โฟม หลังจากอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 90 นาที ส่งวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาที่บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

2.6 ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มผงข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้อัตราส่วนของเครื่องดื่มผง ต่อน้ำ 3 ระดับ คือ 1: 3 1:5 และ 1:7 และเติมน้ำตาลทราย 5% ของของผสมทั้งหมด ทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสหวาน และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้บริโภคกึ่งฝึกฝน 20 คน ด้วยแบบทดสอบแบบ hedonic scale (9-point hedonic)

ระยะเวลาดำเนินการ : ตุลาคม 2555 - กันยายน 2557

สถานที่ดำเนินการ : กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

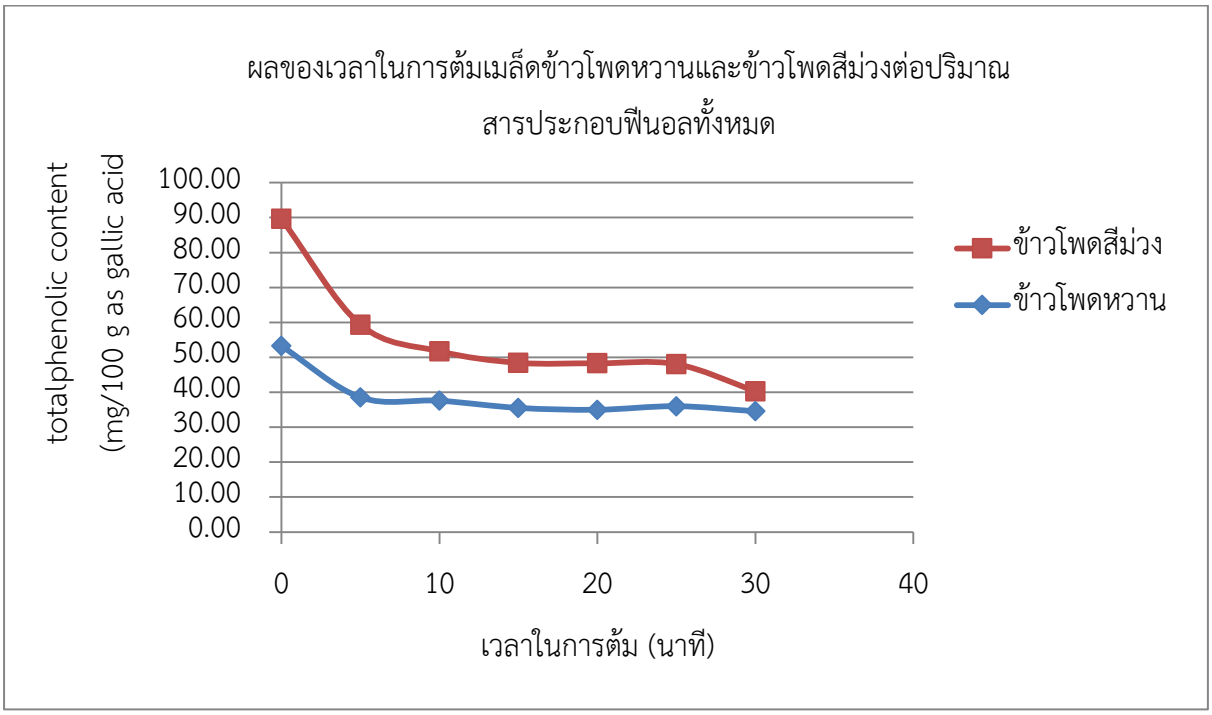
1. การศึกษาผลของกรรมวิธีผลิตเครื่องดื่มผงจากการอบแห้งแล้วบดละเอียดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

1.1. การศึกษาผลของเวลาในการต้มเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

การศึกษาผลของเวลาในการต้มเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง ได้ทำการทดสอบต้มเมล็ดข้าวโพดที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 5 10 15 20 25 และ 30 แล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ และเพิ่มการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินกรณีข้าวโพดสีม่วง

1.1.1 การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

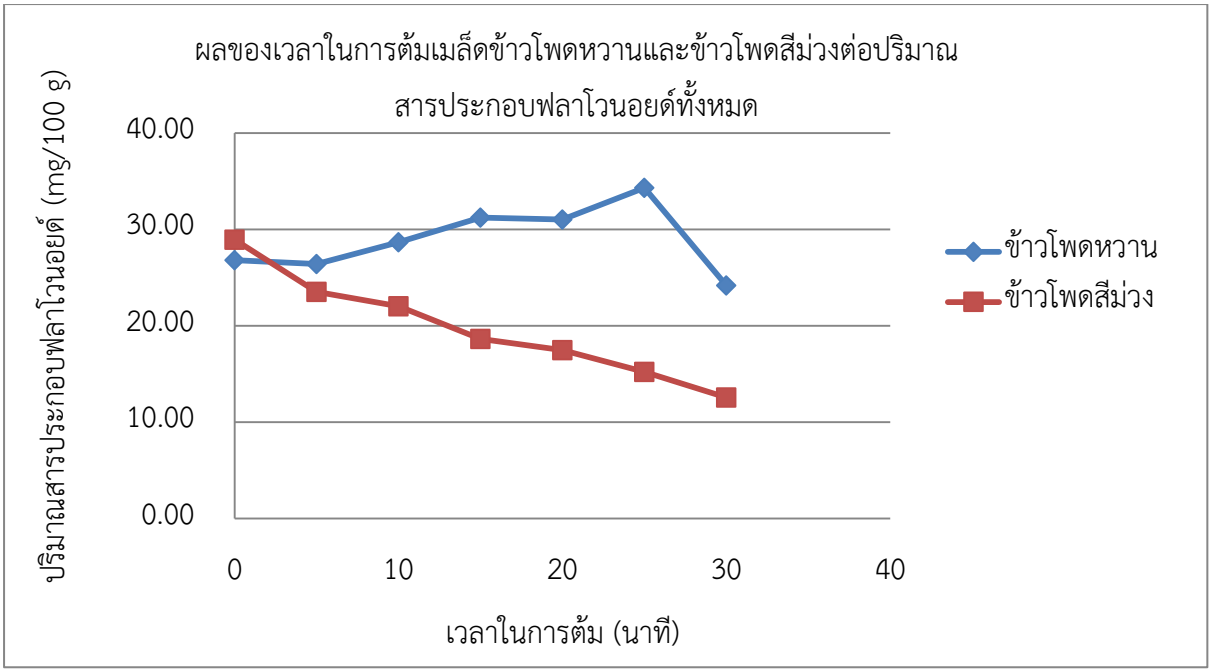
การศึกษาผลของเวลาในการต้มเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง ได้ทำการทดสอบต้มเมล็ดข้าวโพดที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 5 10 15 20 25 และ 30 จากการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลในตัวอย่างเมล็ดข้าวโพดต้ม (รูปที่ 1) พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงต้มจะมีปริมาณต่ำกว่าเมล็ดข้าวโพดสด แต่เมื่อเพิ่มเวลาในการต้มในช่วง 5 – 30 นาที ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเมล็ดข้าวโพดหวานจะมีปริมาณใกล้เคียงกัน ส่วนข้าวโพดสีม่วงเมื่อเพิ่มเวลาในการต้มในช่วง 5 – 30 นาที ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเมล็ดข้าวโพดจะค่อย ๆ ลดลง



รูปที่ 1 ผลของเวลาในการต้มเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

1.1.2 การศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

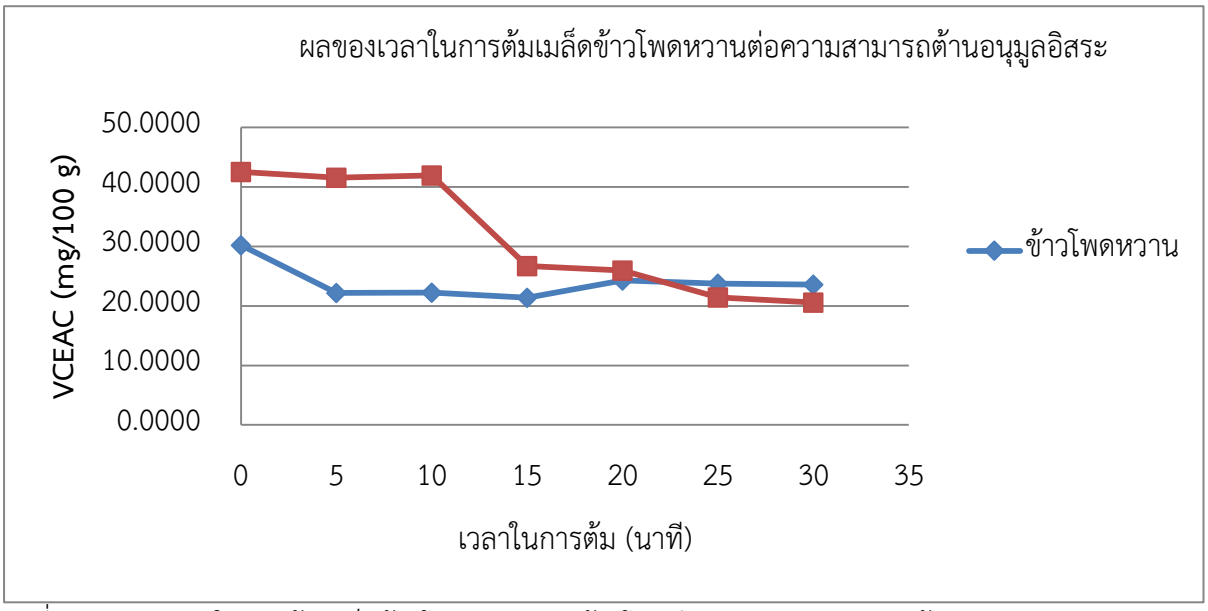
จากการศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ในตัวอย่างเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงต้ม ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่าปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในเมล็ดข้าวโพดหวานต้มจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและจะลดเมื่อต้มเมล็ดข้าวโพดมากกว่า 25 นาที ส่วนข้าวโพดสีม่วง ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดมีแนวโน้มลงเมื่อเพิ่มเวลาในการต้มเมล็ดข้าวโพด



รูปที่ 2 ผลของเวลาในการต้มเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงต่อปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

1.1.3 การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยทดสอบการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH·

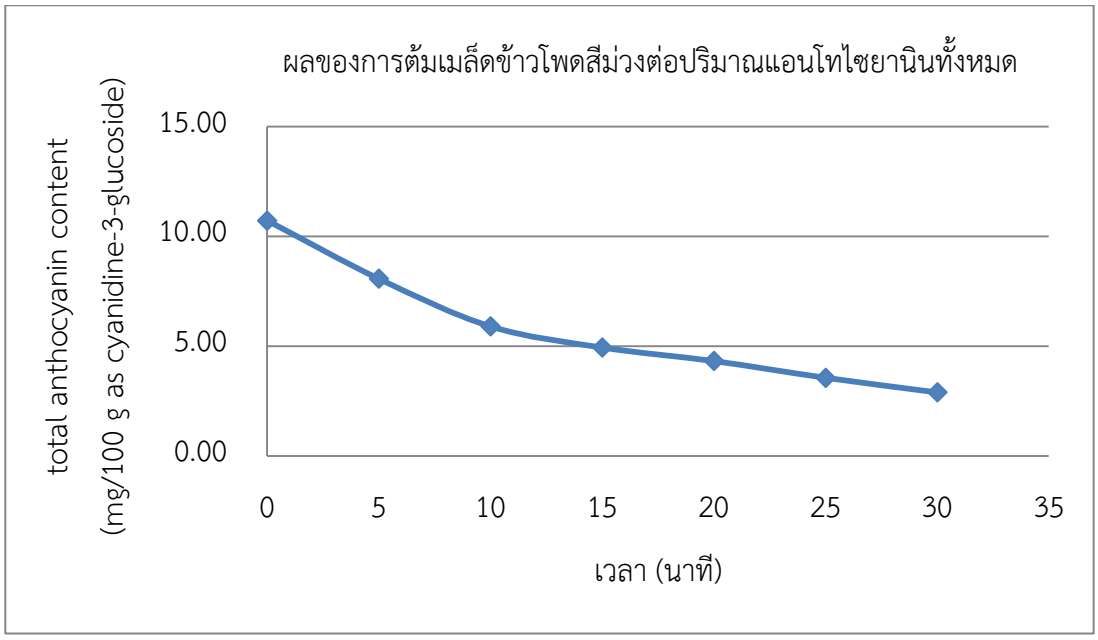
จากการศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยการทดสอบการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH·คำนวณหาความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยสมมูลกับวิตามินซี หรือ vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) ให้ผลการทดลองดัง รูปที่ 3 จะเห็นได้ว่าเมื่อต้มเมล็ดข้าวโพดหวานความสามารถต้านอนุมูลอิสระจะลดลง และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังการต้มเป็นเวลา15 นาที ซึ่งอาจเกิดจากการการเปลี่ยนแปลงของจากประกอบฟลาโวนอยในเมล็ดข้าวโพดต้ม และมีความสามารถอิสระลดลงอีกเล็กน้อนหลังการต้มเมล็ดข้าวโพดเป็นเวลา 20 – 30 นาที ส่วนเมล็ดข้าวโพดสีม่วงจะมีความสามารถอิสระลดลงเล็กน้อยหลังการต้มเมล็ดข้าวโพดที่เวลา 0 – 10 นาที และจะลดลงอย่างรวดเร็วในการต้ม 10 – 15 นาที และความสามารถต้านอนุมูลอิสระจะค่อยๆลดลง ซึ่งจะเห็นได้ว่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระในการต้มเมล็ดข้าวโพดสีม่วงจะมีอัตราลดลงมากกว่าข้าวโพดหวาน เนื่องจากข้าวโพดสีม่วงนอกจากจะมีสารประกอบฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แล้วยังมีสารประกอบแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารที่ว่องไวต่อความร้อนและแสง



รูปที่ 3 ผลของเวลาในการต้มเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระ

1.1.5 การศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดโดยวิธี pH-differential

การศึกษาผลของต้มเมล็ดข้าวโพดสีม่วงที่เวลา 0 5 10 15 20 25 และ 30 นาที ต่อปริมาณแอนโทไซยานิน .ให้ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่าการต้มเมล็ดข้าวโพดสีม่วงมีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดข้าวโพดลดลง โดยเมื่อเพิ่มเวลาในการต้มเมล็ดข้าวโพดมากขึ้นจะทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินลดต่ำลง



รูปที่ 4 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในการต้มเมล็ดข้าวโพดสีม่วงที่เวลาต่าง ๆ

จากการศึกษาผลของการต้มเมล็ดข้าวโพดต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบแอนโทไซยานิน จะเห็นได้ว่าเมื่อต้มเมล็ด

ข้าวโพดจะทำให้สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และความสามารถต้านอนุมูลอิสระ ทั้งในข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงมีแนวโน้มลดลง และสารประกอบแอนโทไซยานินในเมล็ดข้าวโพดสีม่วงก็มีแนวโน้มลดลงด้วยเช่นกัน แม้ว่าสารประกอบฟลาโวนอยด์ในการต้มข้าวโพดหวานจะเพิ่มขึ้น แต่ก็ไม่ผลให้ความสามารถต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดข้าวโพดหวานต้มเพิ่มขึ้น ดังนั้นการต้มเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที จะเหมาะสมกว่าการต้มเมล็ดข้าวโพดที่เวลาอื่นๆ เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียของสารสำคัญที่มีประโยชน์ในเมล็ดข้าวโพดอย่างสารประกอบฟีนอล สารประกอบฟลาโวนอยด์ สารประกอบแอนโทไซยานินและความสามารถต้านอนุมูลอิสระ อีกทั้งยังลดการสิ้นเปลืองพลังงานในการต้มอีกด้วย

1.2 ศึกษาผลของอุณภูมิและเวลาในการอบแห้งเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

การศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง โดยนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 55 และ 60 °C เป็นเวลา 5 10 15 และ 20 ชั่วโมง เทียบกับเมล็ดข้าวโพดที่ไม่ได้ต้มกับเมล็ดข้าวโพดต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ฟลาโวนอยด์และความสามารถต้านอนุมูลอสระลดลงน้อย วางแผนการทดลองแบบ RCB ทดลอง 5 ซ้ำ ในข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง บดเป็นผงละเอียดแล้ววิเคราะห์ปริมาณความชื้น สารประกอบฟีนอลทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินสำหรับข้าวโพดสีม่วง ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1.2.1 ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวโพดอบที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าเมล็ดข้าวโพดต้มและไม่ต้มนั้นจะมีปริมาณความชื้นลดลงเมื่ออุณหภูมิและเวลาในการอบเพิ่มขึ้น โดยปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวโพดต้มและไม่ต้มจะลดน้อยลงเมื่ออบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมงขึ้นไป โดยเมล็ดข้าวโพดหวานต้มจะมี % ความชื้นต่ำที่สุดที่การอบ 65°C เป็นเวลา 20 และ 25 ชั่วโมง รองลงมา คืออบที่ 60°C เป็นเวลา 20 และ 25 ชั่วโมงตามลำดับ เมล็ดข้าวโพดหวานไม่ต้มมี % ความชื้นต่ำที่สุดที่การอบ 65°C เป็นเวลา 25 ชั่วโมง รองลงมาได้แก่ที่ 65°C เป็นเวลา 20 ชั่วโมงและที่ 60°C เป็นเวลา 25 ชั่วโมงตามลำดับ เมล็ดข้าวโพดสีม่วงต้มมี % ความชื้นต่ำที่สุดที่การอบ 65°C เป็นเวลา 25 ชั่วโมง เช่นเดียวกับข้าวโพดหวาน รองลงมาได้แก่ที่ 65°C เป็นเวลา 20 นาที ส่วนเมล็ดข้าวโพดสีม่วงไม่ต้ม มี % ความชื้นต่ำที่สุดที่การอบ 65°C เป็นเวลา 20 และ 25 ชั่วโมง และที่ 60°C เป็นเวลา 20 และ 25 ชั่วโมง ซึ่งมีค่า % ความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเมื่อพิจารณาความชื้นประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับ 214) พ.ศ. 2543 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท กำหนดให้เครื่องดื่มชนิดแห้งมี % ความชื้นได้ไม่เกิน 6 % ดังนั้นอุณหภูมิและเวลาในการอบเมล็ดข้าวโพดเป็นดังนี้ เมล็ดข้าวโพดหวานต้ม อบที่อุณหภูมิ

60°C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ส่วนเมล็ดข้าวโพดหวานไม่ต้ม เมล็ดข้าวโพดสีม่วงต้ม และเมล็ดข้าวโพดสีม่วงไม่ต้ม อบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 25 ชั่วโมง ซึ่งเป็นอุณหภูมิและเวลาในการอบที่ทำให้เมล็ดข้าวโพดมี % ความชื้นตามกำหนด

ตารางที่ 1 % ความชื้นในเมล็ดข้าวโพดหวานและเมล็ดข้าวโพดสีม่วงต้มและไม่ต้มอบแห้งที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°C)	เวลาในการอบ (ชั่วโมง)	% ความชื้นในเมล็ดข้าวโพดหวาน		% ความชื้นในเมล็ดข้าวโพดสีม่วง	
		เมล็ดข้าวโพดต้ม	เมล็ดข้าวโพดไม่ต้ม	เมล็ดข้าวโพดต้ม	เมล็ดข้าวโพดไม่ต้ม
55°C	15	43.57 h	46.44 h	10.02 f	9.55 d
	20	32.58 g	17.38 g	7.78 d	7.57 bc
	25	9.37 e	8.31 d	6.94 c	7.23 b
60°C	15	11.44 f	11.33 f	9.11 e	7.36 bc
	20	5.05 c	6.86 c	7.08 c	6.16 a
	25	4.24 b	5.37 bc	5.53 b	5.47 a
65°C	15	6.57 d	5.80 cd	6.83 c	8.19 c
	20	3.26 a	4.43 ab	5.88 b	6.35 a
	25	3.07 a	3.62 a	5.07 a	5.89 a
เมล็ดข้าวโพดก่อนอบ		80.45	72.36	74.15	68.2939

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.2.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเมล็ดข้าวโพดอบ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าเมล็ดข้าวโพดที่ไม่ต้มก่อนอบจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าเมล็ดข้าวโพดต้มก่อนอบ โดยเมล็ดข้าวโพดหวานต้มก่อนอบที่อุณหภูมิ 55°C จะมีสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าการอบที่อุณหภูมิ 60 และ 65°C โดยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงสุด 136.5533 mg/100 g dry weight as gallic acid ในการอบ 55°C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง รองลงมาคือ 131.0333 mg/100 g dry weight as gallic acid ในการอบ 55°C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง เมล็ดข้าวโพดหวานที่ไม่ได้ต้มก่อนอบจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงสุดที่การอบ 60°C เวลา 25 ชั่วโมง โดยมีปริมาณสารประกอบฟีนอล 254.5700 mg/100 g dry

weight as gallic acid รองลงมาได้แก่ การอบที่อุณหภูมิ 65°C เป็นเวลา 20 และ 25 ชั่วโมง ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ส่วนเมล็ดข้าวโพดสีม่วง เมล็ดข้าวโพดต้มก่อนอบจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงสุดในการอบที่ 65°C เวลา 20 ชั่วโมง รองลงมาคือที่ 65°C เวลา 15 ชั่วโมง โดยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด 456.1412 และ 441.0958 mg/100 g dry weight as gallic acid ตามลำดับ เมล็ดข้าวโพดสีม่วงที่ไม่ได้ต้มก่อนอบ จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงสุดในการอบที่ 65°C เป็นเวลา 25 ชั่วโมง โดยมีปริมาณ 631.7325 mg/100 g dry weight as gallic acid รองลงมาคือการอบที่ 65°C เป็นเวลา 15 และ 20 ชั่วโมง

ตารางที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเมล็ดข้าวโพดหวานและเมล็ดข้าวโพดสีม่วงอบที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวโพดต้มและไม่ต้มก่อนอบ

อุณหภูมิ (°C)	เวลาในการอบ (ชั่วโมง)	totalphenoloc content (mg/100 g dry weight as gallic acid) ในเมล็ดข้าวโพดหวาน		Total flavonoids content (mg/100 g dry weight as gallic acid) ในเมล็ดข้าวโพดสีม่วง	
		เมล็ดข้าวโพดต้ม	เมล็ดข้าวโพดไม่ต้ม	เมล็ดข้าวโพดต้ม	เมล็ดข้าวโพดไม่ต้ม
55°C	15	99.7967 d	168.4067 f	75.8340 f	102.4935 d
	20	136.5533 a	176.6100 ef	77.2016 f	113.8555 d
	25	116.5367 c	182.9267 e	80.8491 f	112.7238 d
60°C	15	131.0333 b	237.1267 b	243.8775 c	242.9736 c
	20	85.6467 e	203.5833 d	211.9624 d	238.9106 c
	25	84.0633 e	254.5700 a	185.5242 e	222.4962 c
65°C	15	86.1600 e	225.3533 c	441.0958 ab	552.0694 b
	20	85.2133 e	240.6733 b	456.1412 a	578.8941 b
	25	71.7333 f	235.7933 b	424.6695 b	631.7325 a

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.2.3 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในตัวอย่างเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง ต้มและไม่ต้ม อบที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ ให้ผลดังแสดงในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าในข้าวโพดหวานเมล็ดข้าวโพดต้มจะมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์สูงกว่าเมล็ดข้าวโพดไม่ต้มในทุกสภาวะการอบซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ในการต้มเมล็ดข้าวโพดซึ่งพบว่าเมล็ดข้าวโพดหวานต้มมีแนวโน้มปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์สูงกว่าเมล็ดข้าวโพดสด แต่การอบเมล็ดข้าวโพดหวานที่อุณหภูมิและเวลามากขึ้นไม่ได้ส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ในเมล็ดข้าวโพดสูงขึ้น โดยเมล็ดข้าวโพดหวานต้มและไม่ต้ม จะมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงสุดในการอบที่ 55°C เวลา 15 ชั่วโมง เช่นเดียวกัน โดยมีปริมาณ 131.8708 และ 46.8793 mg/100 g dry weight as catechin ตามลำดับ ส่วนเมล็ดข้าวโพดสีม่วง เมล็ดข้าวโพดต้มก่อนอบจะมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดต่ำกว่าเมล็ดข้าวโพดที่ไม่ต้มก่อนอบ เช่นเดียวกับการศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ในการต้มเมล็ดข้าวโพดซึ่งพบว่าเมล็ดข้าวโพดม่วงต้มมีแนวโน้มปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ต่ำกว่าเมล็ดข้าวโพดสด โดยเมล็ดข้าวโพดสีม่วงต้มก่อนอบจะมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ใกล้เคียงกันทุกสภาวะการอบ โดยมีปริมาณสูงสุดที่การอบ 65°C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง โดยมีปริมาณ 81.0007 mg/100 g dry weight as catechin ส่วนเมล็ดข้าวโพดสีม่วงไม่ต้ม จะมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์สูงสุดที่การอบ 55°C เวลา 20 ชั่วโมง โดยมีปริมาณ 161.0643 mg/100 g dry weight as catechin

ตารางที่ 3 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในตัวอย่างเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง ต้มและไม่ต้ม อบที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°C)	เวลาในการอบ (ชั่วโมง)	Total flavonoids content (mg/100 g dry weight as catechin) ในเมล็ดข้าวโพดหวาน		Total flavonoids content (mg/100 g dry weight as catechin) ในเมล็ดข้าวโพดสีม่วง	
		เมล็ดข้าวโพดต้ม	เมล็ดข้าวโพดไม่ต้ม	เมล็ดข้าวโพดต้ม	เมล็ดข้าวโพดไม่ต้ม
55°C	15	131.8708 a	46.8793 a	75.2065 ab	144.4735 b
	20	99.9635 b	25.4595 d	77.2059 ab	161.0643 a
	25	39.1042 e	40.8297 b	73.1898 b	127.0011 cd
60°C	15	38.6180 e	8.7206 g	73.6568 b	133.4018 bc
	20	57.1309 c	18.1041 e	77.1173 ab	113.0513 de
	25	43.3795 de	11.2666 f	72.0476 b	105.5425 e
65°C	15	44.4597 de	47.4986 a	71.5823 b	128.1267 cd

	20	47.3583 d	37.5636 c	81.0007 a	116.2666 de
	25	40.9016 e	41.2375 b	72.2547 b	109.7280 e

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.2.4 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยทดสอบการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH·

จากการศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในรูปของกรัมสมมูลวิตามินซี (vitamin c equivalent antioxidant capacity; VCEAC) แสดงดังตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าเมล็ดข้าวโพดต้มก่อนอบมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าเมล็ดข้าวโพดที่ไม่ได้ต้มเล็กน้อย เมล็ดหวานโพดต้มจะมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระ(VCEAC) สูงสุด ที่การอบที่ 55°C เป็นเวลา 25 ชั่วโมงโดยมี VCEAC 80.7252 mg/100 g dry weight รองลงมาคือที่อุณหภูมิ 60°C เวลา 15 ชั่วโมงและ 65°C เวลา 25 ชั่วโมง เมล็ดข้าวโพดหวานไม่ต้มจะมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ที่การอบที่ 60°C เป็นเวลา 25 ชั่วโมงและ 65°C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง โดยมีค่า VCEAC ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % คือ 56.9840 และ 56.2795 mg/100 g dry weight ตามลำดับ เมล็ดข้าวโพดสีม่วงต้ม จะมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงสุดที่การอบที่อุณหภูมิ 65°C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง โดยมีค่า VCEAC 121.2156 mg/100 g dry weight ส่วนเมล็ดข้าวโพดสีม่วงไม่ต้ม จะมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ที่การอบที่อุณหภูมิ 65°C เป็นเวลา 25 ชั่วโมง โดยมีค่า VCEAC 108.5063 mg/100 g dry weight

ตารางที่ 4 ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ (VCEAC) ในเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง ต้มและไม่ต้มอบที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°C)	เวลาในการอบ (ชั่วโมง)	VCEAC (mg/100 g dry weight) ในเมล็ดข้าวโพดหวาน		VCEAC (mg/100 g dry weight) ในเมล็ดข้าวโพดสีม่วง	
		เมล็ดข้าวโพดต้ม	เมล็ดข้าวโพดไม่ต้ม	เมล็ดข้าวโพดต้ม	เมล็ดข้าวโพดไม่ต้ม
55°C	15	8.5244 f	27.3579 d	65.9897 e	66.5855 f
	20	14.1030 e	25.4551 d	73.7679 cd	71.0586 de
	25	80.7252 a	14.6898 e	78.6095 c	78.5609 c

60°C	15	65.1605 b	37.6937 c	71.8118 d	69.0755 ef
	20	42.4156 d	40.4409 c	73.3262 d	73.9950 d
	25	60.5130 c	56.9840 a	74.6267 cd	81.1012 c
65°C	15	62.0199 bc	50.5391 b	113.3231 b	103.2187 b
	20	63.4848 bc	56.2795 a	121.2156 a	106.7382 ab
	25	64.3993 b	51.4776 b	117.1063 ab	108.5063 a

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.2.5 การศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดโดยวิธี pH-differential

การศึกษาผลการอบแห้งเมล็ดข้าวโพดสีม่วงต่อปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดโดยวิธี pH-differential ให้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าเมล็ดข้าวโพดสีม่วงที่มีการไม่ต้มก่อนอบจะมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าเมล็ดข้าวโพดที่ต้ม โดยปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ดข้าวโพดสีม่วงอบจากเมล็ดข้าวโพดไม่ต้ม อบที่อุณหภูมิ 65°C จะมีปริมาณสูงกว่าที่ 55 และ 60°C โดยมีปริมาณสูงสุด คือ 49.6610 mg/100 g dry wt. as cyanidine-3-glucoside ที่อุณหภูมิ 65°C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ส่วนปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ดข้าวโพดสีม่วงอบแห้งจากเมล็ดข้าวโพดต้ม จะปริมาณใกล้เคียงกันในการอบทั้ง 3 อุณหภูมิ โดยการอบที่ 55°Cจะมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าอบที่ 60 และ 65°C โดยปริมาณแอนโซยานินสูงสุด จะอยู่ที่การอบ 55°C เป็นเวลา 25 ชั่วโมง

ตารางที่ 5 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ดข้าวโพดสีม่วง ต้ม และ ไม่ต้ม อบที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°C)	เวลาในการอบ (ชั่วโมง)	anthocyanin content (mg/100 g dry wt. as cyanidine-3-glucoside) ในเมล็ดข้าวโพดสีม่วง	
		เมล็ดข้าวโพด	เมล็ดข้าวโพด

		ต้ม	ไม่ต้ม
55°C	15	20.5349 ab	34.0415 d
	20	20.5459 ab	37.0040 d
	25	23.7175 a	42.6308 c
60°C	15	13.9383 bc	25.9087 e
	20	10.8092 c	25.5849 e
	25	14.0275 bc	22.3725 e
65°C	15	16.8549 abc	47.1820 ab
	20	19.9674 ab	49.6610 a
	25	21.8236 ab	44.3833 bc

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากผลการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงอบที่อุณหภูมิ 55 60 65°C ซึ่งการอบเมล็ดข้าวโพดเพื่อพัฒนาเป็นเครื่องดื่มผงนั้นจะต้องพิจารณาจากความชื้นเป็นหลัก เพื่อให้อยู่เกณฑ์มารฐานของเครื่องดื่มผง และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน โดยกำหนดให้เมล็ดข้าวโพดอบแห้งที่ได้ต้องมีความชื้นต่ำกว่า 6 % ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ดังนั้น อุณหภูมิและเวลาในการอบเมล็ดข้าวโพดที่เหมาะสมเป็นดังนี้ เมล็ดข้าวโพดหวานต้มและไม่ต้ม 60°C เป็นเวลา 25 ชั่วโมง ส่วนเมล็ดข้าวโพดสีม่วงต้มและไม่ต้ม 65°C เป็นเวลา 25 ชั่วโมง โดยเป็นอุณหภูมิและเวลาที่ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์และความสามารถต้านอนุมูลอิสระพอประมาณ ไม่ลดต่ำลงมาก โดยการต้มเมล็ดข้าวโพดก่อนอบนั้นจะทำให้สารประกอบฟลาโวนอยด์ต่ำกว่าเมล็ดข้าวโพดสดแต่ก็ทำให้มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้ความสามารถต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดข้าวโพดต้มและไม่ต้มก่อนอบนั้นใกล้เคียงกัน

1.3 ศึกษาการผลิตเครื่องดื่มผงจากผงข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

1.3.1 ศึกษากำลังการพองตัวและการละลายของผงข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

จากการศึกษาคุณสมบัติกำลังการพองตัวและการละลายที่อุณหภูมิ 85°C ของผงข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดหวานต้มและไม่ต้ม อบที่ 60°C เวลา 25 ชั่วโมง และเมล็ดข้าวโพดสีม่วงต้มและไม่ต้ม 65°C เวลา 25 ชั่วโมง ให้ผลแสดงดังตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่า กำลังการพองตัวของผงเมล็ดข้าวโพดหวาน จะมีกำลังการพองตัวต่ำกว่าผงเมล็ดข้าวโพดสีม่วง และผงจากเมล็ดข้าวโพดต้มจะมีกำลังการพองตัวสูงกว่าเมล็ดข้าวโพดไม่ต้มเล็กน้อย โดยกำลังการพองตัวของตัวอย่างผงข้าวโพดมีค่าอยู่ช่วง 6.29 – 10.66 ส่วนการละลายน้ำของผง

ข้าวโพดหวานต้มและไม่ต้มจะมีค่าใกล้เคียงกันและใกล้เคียงกับผงข้าวโพดสีม่วงไม่ต้ม โดยการละลายอยู่ในช่วง 28.54 – 29.25 แต่ผงข้าวโพดสีม่วงต้มจะการละลายน้ำต่ำกว่าผงข้าวโพดสีม่วงไม่ต้ม

ตารางที่ 6 กำลังการพองตัวและการละลายน้ำของตัวอย่างผงเมล็ดข้าวเมล็ดข้าวโพด

ตัวอย่าง	การพองตัว (%)	การละลายน้ำ (%)
ผงเมล็ดข้าวโพดหวานต้ม	7.63±0.11	29.25 ± 0.64
ผงเมล็ดข้าวโพดหวานไม่ต้ม	6.29±0.13	28.75 ± 0.40
ผงเมล็ดข้าวโพดสีม่วงต้ม	10.66±0.45	14.02 ± 0.56
ผงเมล็ดข้าวโพดสีม่วงไม่ต้ม	10.66±1.82	28.54 ± 1.51

1.3.2 ศึกษาความเหมาะสมในการทำเครื่องดื่มผงจากผงข้าวโพดบดละเอียด

การศึกษาความเหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มผงจากผงข้าวโพดบดละเอียด โดยนำข้าวโพดผงบดละเอียด ผงข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดหวานต้มและไม่ต้ม อบที่ 60°C เวลา 25 ชั่วโมง และเมล็ดข้าวโพดสีม่วงต้มและไม่ต้ม 65°C เวลา 25 ชั่วโมง โดยใช้ข้าวโพดผงต่อน้ำตาลในอัตราส่วน 1 : 1 เติมน้ำร้อนในอัตราส่วนผงต่อน้ำ 1 : 20 ทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้บริโภคกึ่งฝึกฝน 20 คน ด้วยแบบทดสอบแบบ hedonic scale (9-point hedonic) ให้ผลแสดงดังตารางที่ 7 ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะให้คะแนน ลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัส อยู่ในช่วงไม่ชอบเล็กน้อยทั้งนี้เนื่องจากตัวอย่างผงข้าวโพดทั้งหมดมีค่าการพองตัวต่ำและการละลายน้ำต่ำจึงทำให้เห็นเป็นกากตะกอนผงข้าวโพดบริเวณก้นถ้วย และทำให้รู้สึกระคายคอขณะรับประทาน ส่วนสี กลิ่น และ รสชาติ ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะมีความชอบสีข้าวโพดหวานมากกว่าผงข้าวโพดสีม่วง กลิ่นและรสชาติอยู่ในช่วงใกล้เคียงกันคือเฉย ๆ ส่วนความชอบโดยรวม ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะให้คะแนนในช่วงไม่ชอบเล็กน้อยทั้งนี้ เนื่องจากลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสที่ไม่ค่อยละลายน้ำของผงข้าวโพด ดังนั้นการผลิตเครื่องดื่มผงจากผงข้าวโพดบดละเอียด โดยการอบเมล็ดข้าวโพดหวานที่ 60°C เวลา 25 ชั่วโมง และ ข้าวโพดสีม่วงที่ 65°C เวลา 25 ชั่วโมงนั้นเป็นสภาวะการอบที่ยังไม่เหมาะสมสำหรับผลิตเครื่องผงข้าวโพดจากผงข้าวโพดบดละเอียดเนื่องจากมีการพองตัวและการละลายน้ำค่อยข้างต่ำ ส่วนในเรื่องกลิ่นและรสชาติอาจปรับปรุงโดยเพิ่มเติมส่วนผสมอื่น ๆ เช่น ครีมเทียม หรือนมผง เพื่อเพิ่มความหอมมันของเครื่องดื่มผง

ตารางที่ 7 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มผงข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงจากผงข้าวโพดบดละเอียด

คุณภาพ	ผงข้าวโพดหวานต้ม	ผงข้าวโพดหวานไม่ต้ม	ผงข้าวโพดม่วงต้ม	ผงข้าวโพดม่วงไม่ต้ม
ลักษณะปรากฏ	4.30 a	4.40 a	3.95 b	3.90 b
สี	5.55 a	5.55 a	4.95 b	4.95 b
กลิ่น	5.20 ab	5.50 a	4.95 b	5.15 ab
รสชาติ	5.30 a	5.55 a	5.35 a	5.45 a
เนื้อสัมผัส	3.65 a	3.60 a	3.60 a	3.55 a
ความชอบโดยรวม	4.40 ab	4.60 a	4.25 b	4.30 ab

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละแถว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. **การศึกษาผลของกรรมวิธีผลิตเครื่องดื่มผงจากน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง**

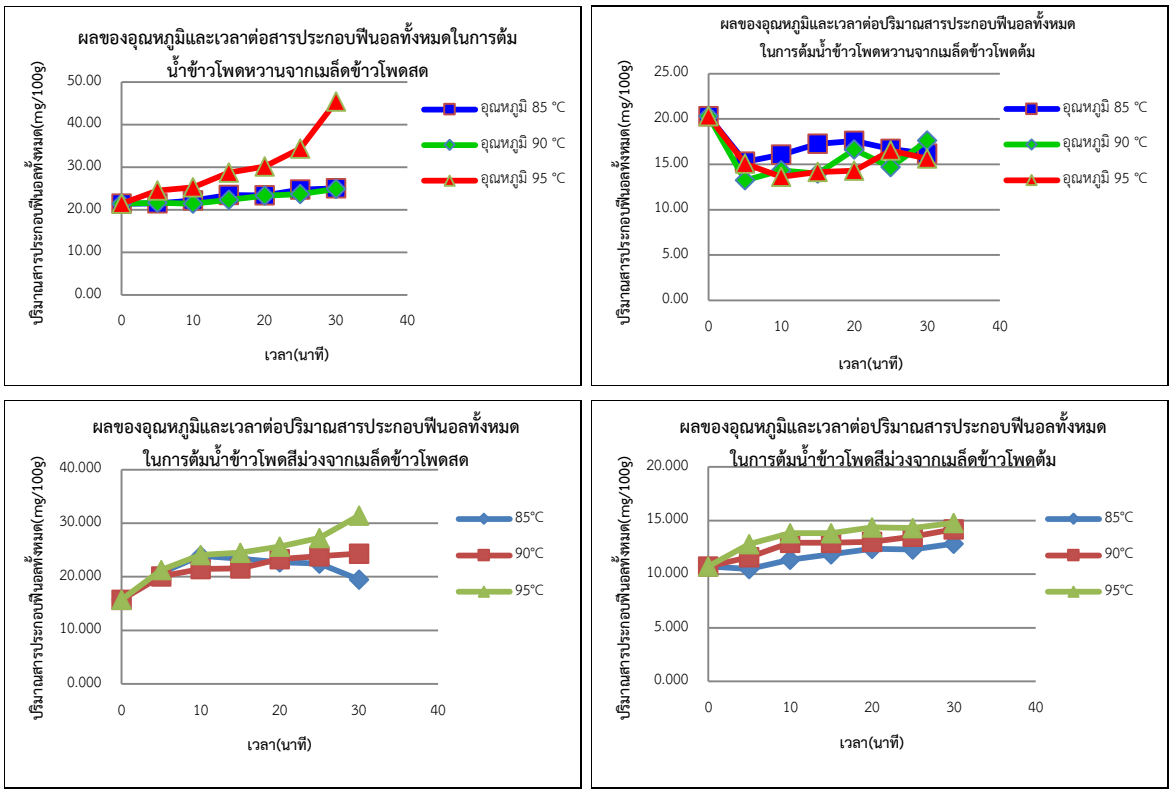
2.1 การศึกษาผลของอุณหภูมิในการต้มน้ำข้าวโพด

การศึกษาผลของอุณหภูมิในต้มน้ำข้าวโพด ได้ทำการเตรียมน้ำข้าวโพด โดยใช้เมล็ดข้าวโพดสด และเมล็ดข้าวโพดต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที เนื่องจากเป็นเวลาที่มีการสูญเสียสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และความสามารถต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าที่เวลาอื่น ทดสอบต้มน้ำข้าวโพดที่อุณหภูมิ 85 90 และ 95°C เป็นเวลา 5 10 15 20 25 และ 30 นาที โดยใช้น้ำข้าวโพดที่ไม่ต้มเป็นตัวอย่างควบคุม วางแผนการทดลองแบบ RCB ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ และเพิ่มการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินกรณีข้าวโพดสีม่วงให้ผลการทดลองดังนี้

2.1.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงต้มจากเมล็ดข้าวโพดสดและเมล็ดข้าวโพดต้ม ให้ผลแสดงดังรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่าในน้ำข้าวโพดหวานต้มจากเมล็ดข้าวโพดสดที่อุณหภูมิ 85 และ 90°C จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดใกล้เคียงกัน และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเพิ่มเวลาในการต้ม แต่การต้มน้ำข้าวโพดหวานที่ 95°C จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าการต้มน้ำข้าวโพดหวานที่อุณหภูมิ 85 และ 90 °C และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงขึ้นเมื่อเวลาในการต้มเพิ่มขึ้น ส่วนน้ำข้าวโพดหวานต้มจากเมล็ดข้าวโพดต้ม จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดลดลง โดยที่

อุณหภูมิ 90 และ 95°C จะมีปริมาณใกล้เคียงกันและต่ำกว่าการต้มที่อุณหภูมิ 85°C ในน้ำข้าวโพดสีม่วงต้มจากเมล็ดข้าวโพดสดและเมล็ดข้าวโพดต้ม จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงขึ้นเล็กน้อยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาในการต้ม

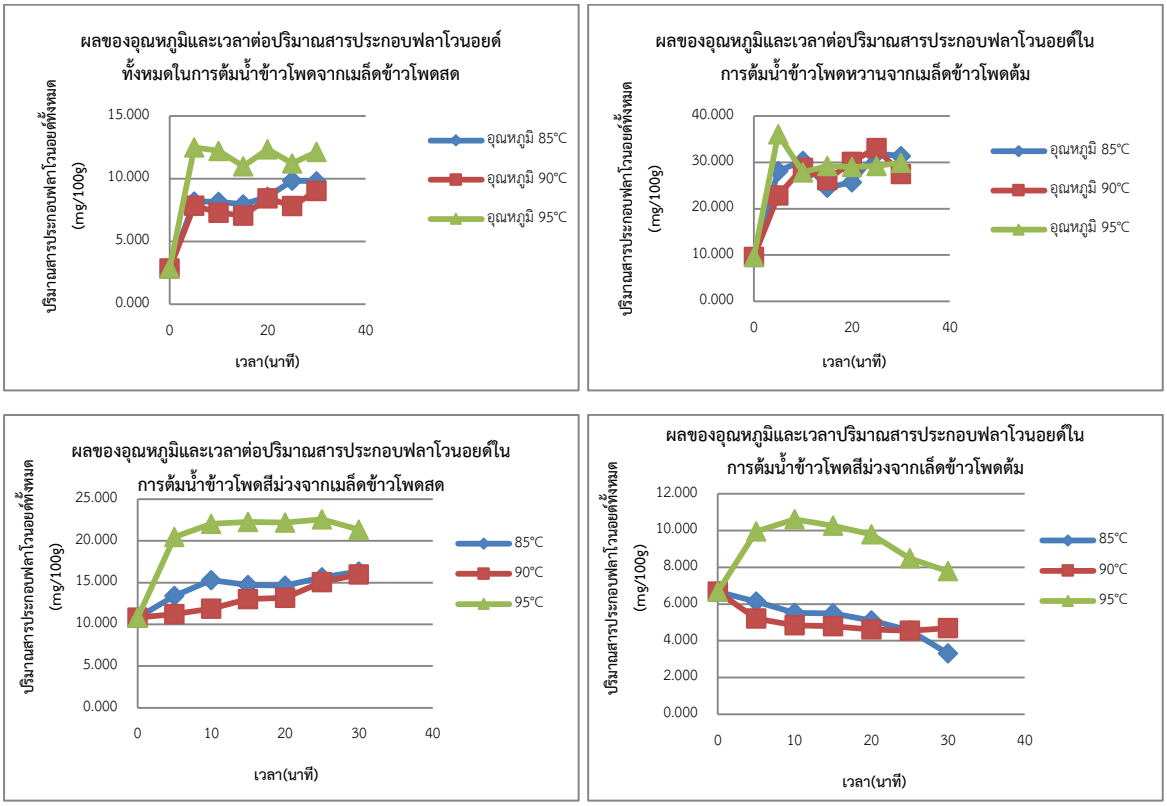


รูปที่ 5 ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในการต้มน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง จากเมล็ดข้าวโพดสดและเมล็ดข้าวโพดต้มที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

2.1.2 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงต้มจากเมล็ดข้าวโพดสดและต้มให้ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 6 จะเห็นได้ว่าในน้ำข้าวโพดหวานจากเมล็ดข้าวโพดสดต้มที่อุณหภูมิ 85 และ 90°C จะมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดใกล้เคียงกัน และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเพิ่มเวลาในการต้ม แต่การต้มน้ำข้าวโพดหวานที่ 95°C จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าการต้มน้ำข้าวโพดหวานที่อุณหภูมิ 85 และ 90°C และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงขึ้นเมื่อเวลาในการต้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับปริมาณสารประกอบฟีนอล ส่วนน้ำข้าวโพดหวานจากเมล็ดข้าวโพดต้มจะมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงกว่าน้ำข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดสดแต่เมื่อต้มน้ำข้าวโพดที่อุณหภูมิ 85 90 และ 95°C จะเห็นได้ว่าปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่การต้ม 95°C เป็นเวลา 5 นาที จะมีปริมาณสูงสุด จะลดลงมาอยู่ในระดับเดียวกับการต้มที่ 85 90°C หลังจากการต้ม 5 นาที น้ำข้าวโพดสีม่วงจากเมล็ดข้าวโพดสดและเมล็ดข้าวต้ม จะมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์สูงที่การต้ม 95°C เช่นเดียวกับกับน้ำ

ข้าวโพดหวาน และการต้ม ที่อุณหภูมิ 85 และ 90°C จะมีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยน้ำข้าวโพดสีม่วงจากเมล็ดโพดต้มมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงกว่าน้ำข้าวโพดสีม่วงจากเมล็ดข้าวโพดสด และมีแนวโน้มของปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์จะลดลงเมื่อเพิ่มเวลาในการต้ม

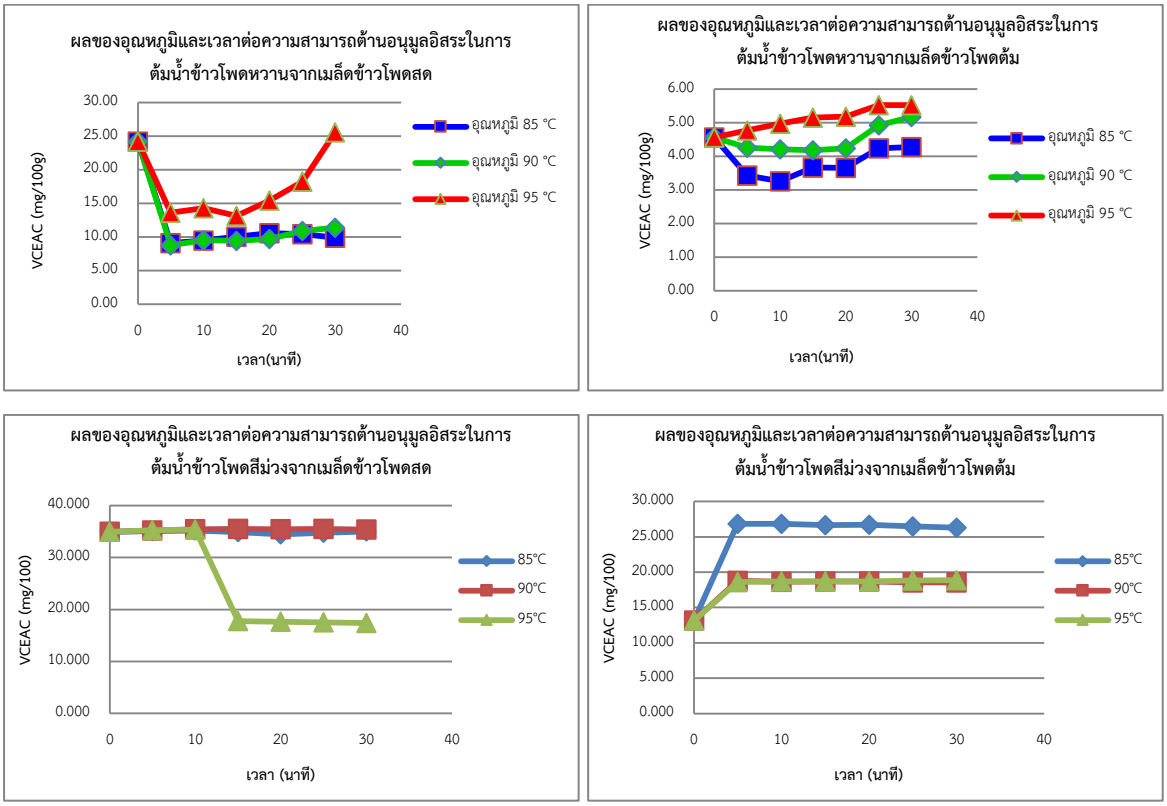


รูปที่ 6 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงจากเมล็ดข้าวโพดสด และเมล็ดข้าวโพดต้ม ต้มที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

2.1.3 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยทดสอบการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH·

การศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยการทดสอบการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH·คำนวณหาความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยสมมูลกับวิตามินซี หรือ vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) ให้ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่าเมื่อต้มน้ำข้าวโพดหวานจากเมล็ดข้าวโพดสด ที่อุณหภูมิ 85 และ 90°C จะมีแนวโน้มความสามารถต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกันแต่การต้มที่ 95°C จะมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าที่ 85 และ 90°C โดยในการต้มช่วง 5 -15 นาที ความสามารถต้านอนุมูลอิสระจะลดลงจากน้ำข้าวโพดก่อนต้ม และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหลังการต้ม 15 นาที ส่วนน้ำข้าวโพดหวานจากเมล็ดข้าวโพดต้ม จะมีความความสามารถต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าน้ำข้าวโพดหวานจากเมล็ดข้าวโพดสด โดยการต้มที่ 95°C จะมีความความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า 90 และ 85°C ตามลำดับ และเมื่อเพิ่มเวลาในการต้มน้ำข้าวโพดจะเห็นได้ความสามารถต้าอนุมูลอิสระมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนการต้มน้ำข้าวโพดสีม่วงจากเมล็ดข้าวโพดสด ในช่วง 10 นาทีแรก การต้มที่อุณหภูมิ 85 90 และ 95°C จะมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระ

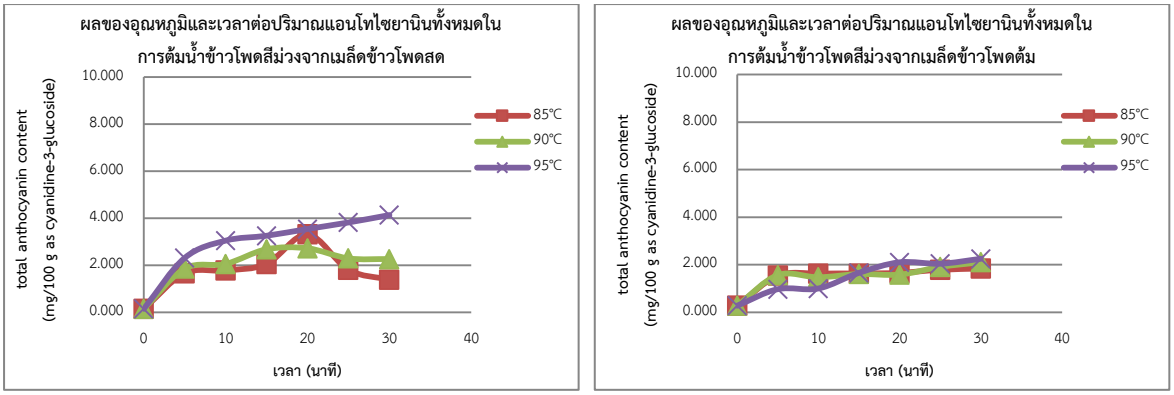
ใกล้เคียงกัน แต่หลังจากการต้ม 10 นาที ที่อุณหภูมิ 95°C จะมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระลดต่ำลง ส่วนการต้มน้ำข้าวโพดสีม่วงจากเมล็ดข้าวโพดต้มที่อุณหภูมิ 85°C จะมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าที่ 90 และ 95°C ซึ่งที่มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกัน



รูปที่ 7 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยทดสอบการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH· ในน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงจากเมล็ดข้าวโพดสด และเมล็ดข้าวโพดต้ม ต้มที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

2.1.4 ปริมาณแอนโทยานินทั้งหมด

การศึกษาผลการต้มน้ำข้าวโพดสีม่วงจากเมล็ดข้าวโพดสดและเมล็ดข้าวโพดต้มต่อปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดโดยวิธี pH-differential ให้ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 8 จะเห็นได้ว่าปริมาณแอนโทไซยานินในน้ำข้าวโพดมีปริมาณค่อนข้างต่ำ โดยมีปริมาณแอนโทซานินอยู่ระหว่าง 0.143 – 4.134 mg/100 g as cyanidine-3-glucoside โดยน้ำข้าวโพดสีม่วงจากเมล็ดข้าวโพดสดจะมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าน้ำข้าวโพดสีม่วงจากเมล็ดข้าวโพดต้มเล็กน้อย ถึงแม้ว่าแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของแอนโทไซยานินเมื่อเพิ่มเวลาในการต้มทั้ง 3 อุณหภูมิ แต่ก็เป็นปริมาณเล็กน้อยเท่านั้น



รูปที่ 8 ปริมาณสารประกอบแอนโทไซยานินทั้งหมดในการต้มน้ำข้าวโพดสีม่วงจากเมล็ดข้าวโพดสดและเมล็ดข้าวโพดต้มที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

การศึกษาผลของอุณหภูมิในต้มน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงจากเมล็ดข้าวโพดสดและเมล็ดข้าวโพดต้ม ต่อสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ และแอนโทไซยานิน จากผลการทดลองข้างต้น จะเห็นได้ว่าการต้มทำให้ความสามารถต้านอนุมูลอิสระในน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงทั้งจากเมล็ดข้าวโพดสดและเมล็ดข้าวโพดต้มลดลงแต่มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์เพิ่มขึ้น โดยการต้มที่อุณหภูมิ 95°C จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ และความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการต้มที่ 85 และ 90°C โดยสารประกอบต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณในช่วงการต้ม 5 นาทีแรก และหลังจากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงน้อย การต้มที่ 85 และ 90°C มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ และ ความสามารถต้านอนุมูลอิสระที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการต้มน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงคือที่ 95°C เป็นเวลา 5 นาที เนื่องจากเป็นอุณหภูมิการต้มที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ และ ความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูง ซึ่งการต้มที่ 95°C นานเกิน 5 นาทีจะทำให้น้ำข้าวโพดเกิดการจับกันเป็นก้อนลักษณะคล้ายแป้งเปียกมากขึ้น

2.2 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มน้ำข้าวโพดหวานและน้ำข้าวโพดสีม่วง

การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มน้ำข้าวโพดหวานและน้ำข้าวโพดสีม่วง โดยปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 4 ระดับคือ 6 8 10 และ 12 องศาบริกส์ ด้วยน้ำตาลทราย แล้วต้มที่อุณหภูมิ 85°C เป็นเวลา 5 นาที ทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสหวาน และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้บริโภคกึ่งฝึกฝน 20 คน ด้วยแบบทดสอบแบบ hedonic scale (9-point hedonic) ให้ผลแสดงดังตารางที่ 8 และ 9 พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่จะให้การยอมรับในด้านรสหวานและความชอบโดยรวมสูงสุดที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 8 และ 10 องศาบริกส์ทั้งข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง โดยลักษณะปรากฏ

และสีของน้ำข้าวโพดในแต่ละระดับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนั้นปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่เหมาะสมสำหรับเครื่องดื่มน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงคือ 8 องศาบริกส์

ตารางที่ 8 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำข้าวโพดหวานที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ระดับต่าง ๆ

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกส์)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสหวาน	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
6	7.70	7.65	6.80 c	6.30 b	7.30	6.60 b
8	7.70	7.65	7.05 b	7.90 a	7.30	7.60 a
10	7.70	7.65	7.35 a	7.45 a	7.40	7.35 a
12	7.70	7.65	7.15 ab	6.30 b	7.40	6.80 b

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 8 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำข้าวโพดสีม่วงที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ระดับต่าง ๆ

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกส์)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสหวาน	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
6	6.85	6.10	6.10 c	5.85 d	6.25 c	6.30 b
8	6.80	6.10	6.55 b	7.50 a	6.50 b	7.35 a
10	6.85	6.10	6.95 a	7.20 b	6.70 ab	7.25 a
12	6.80	6.10	7.20 a	6.20 c	6.80 a	6.45 b

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2.3 การศึกษาผลของกรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงต่อการยอมรับของผู้บริโภค

การศึกษาผลของกรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงต่อการยอมรับของผู้บริโภค 4 กรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 การทำน้ำข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดสด และต้มน้ำข้าวโพดที่อุณหภูมิ 85°C เป็นเวลา 5 นาที

กรรมวิธีที่ 2 การทำน้ำข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดต้ม และต้มน้ำข้าวโพดที่อุณหภูมิ 85°C เป็นเวลา 5 นาที

กรรมวิธีที่ 3 การทำน้ำข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดสด และต้มน้ำข้าวโพดที่อุณหภูมิ 95°C เป็นเวลา 5 นาที

กรรมวิธีที่ 4 การทำน้ำข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดต้ม และต้มน้ำข้าวโพดที่อุณหภูมิ 95°C เป็นเวลา 5 นาที

ผลการทดลองกรรมวิธีการผลิตน้ำข้าวโพดหวานแสดงดังตารางที่ 9 พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมกรรมวิธีการผลิตน้ำข้าวโพดจากเมล็ดสด (กรรมวิธีที่ 1 และ 3) มากกว่าเมล็ดข้าวโพดต้ม (กรรมวิธีที่ 2 และ 4) และการต้มน้ำข้าวโพดที่อุณหภูมิ 85°C (กรรมวิธีที่ 1) ผู้บริโภคให้การยอมรับในด้านรสชาติและความชอบโดยรวมสูงกว่าการต้มน้ำข้าวโพดที่อุณหภูมิ 95°C (กรรมวิธีที่ 3) ดังนั้นกรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตน้ำข้าวโพดที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดคือกรรมวิธีที่ 1 การผลิตน้ำข้าวโพดหวานจากเมล็ดข้าวโพดสดและต้มน้ำข้าวโพดที่อุณหภูมิ 85°C เป็นเวลา 5 นาที

การศึกษาผลของกรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มน้ำข้าวโพดสีม่วงต่อการยอมรับของผู้บริโภคให้ผลแสดงดังตารางที่ 10 จะเห็นได้ว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมกรรมวิธี การผลิตน้ำข้าวโพดจากเมล็ดสด (กรรมวิธีที่ 1 และ 3) มากกว่าเมล็ดข้าวโพดต้ม (กรรมวิธีที่ 2 และ 4) เช่นเดียวกับการผลิตน้ำข้าวโพดหวาน โดยการต้มน้ำข้าวโพดสีม่วงที่อุณหภูมิ 85°C (กรรมวิธีที่ 1) ผู้บริโภคให้ยอมรับในด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากกว่าการต้มน้ำข้าวโพดสีม่วงที่อุณหภูมิ 95°C (กรรมวิธีที่ 3) ดังนั้นการผลิตน้ำข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดสด ต้มที่อุณหภูมิ 85°C เป็นเวลา 5 นาที จึงเป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตน้ำข้าวโพดสีม่วง

ตารางที่ 9 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำข้าวโพดหวานที่กรรมวิธีต่าง ๆ

กรรมวิธี	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	7.55 a	7.90 a	6.90 a	7.40 a	7.40 a	7.65 a
2	5.35 b	5.35 b	5.00 b	5.25 c	4.85 b	5.10 c
3	7.65 a	7.60 a	6.95 a	6.35 b	6.85 a	7.05 b
4	5.20 b	5.30 b	5.25 b	5.55 bc	4.75 b	5.00 c

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 10 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำข้าวโพดสีม่วงที่กรรมวิธีต่าง ๆ

กรรมวิธี	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	7.60 a	7.90 a	7.20 a	7.65 a	7.50 a	7.65 a
2	5.15 b	5.40 c	5.15 b	5.20 c	4.85 c	4.80 c
3	7.70 a	7.30 b	6.70 a	6.35 b	6.90 b	7.00 b
4	5.15 b	5.10 c	5.25 b	5.25 c	4.55 c	4.80 c

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2.4 การศึกษาเครื่องดื่มผงน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงโดยการทำแห้งแบบโฟมแมท

2.4.1 การศึกษาชนิด ปริมาณสารก่อโฟมและมอลโตเดกตรินที่เหมาะสม

การศึกษาการผลิตเครื่องดื่มผงจากน้ำข้าวโพดโดยวิธีการทำแห้งแบบโฟมแมท โดยใช้สารก่อโฟม 3 ชนิด ได้แก่ GMS methocel K4M และ GMS ผสม methocel K4M ในอัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้นของสารก่อโฟม 2 % และ 5% เติมสารก่อโฟม 50 75 และ 100 g และปริมาณมอลโตเดกตริน 2 ระดับ คือ 20 และ 25 % ของของผสมทั้งหมด ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 11 พบว่า GMS 2% GMS 5% และ GMS ผสม methocel K4M ในอัตราส่วน 1:1 5% สามารถก่อโฟมในน้ำข้าวโพดหวานได้ แต่ methocel K4M และ GMS ผสม methocel K4M ในอัตราส่วน 1:1 2 % ไม่สามารถก่อโฟมในน้ำข้าวโพดหวานได้ โดยปริมาณมอลโตเดกตรินที่สามารถทำให้เกิดโฟมได้คือ 25 % ของของผสมทั้งหมด และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นและปริมาณสารก่อโฟมทำให้ความหนาแน่นลดลงและโฟมมีความคงตัวมากขึ้น จากผลการทดลองในตารางที่ 12 จะเห็นได้ว่า GMS 2% GMS 5% และ GMS ผสม methocel K4M ในอัตราส่วน 1:1 5% สามารถก่อโฟมในน้ำข้าวโพดสีม่วงได้ แต่ methocel K4M ไม่สามารถก่อโฟมในน้ำข้าวโพดสีม่วงได้ โดยปริมาณมอลโตเดกตรินที่สามารถทำให้เกิดโฟมได้ทั้ง 20 และ 25% ของของผสมทั้งหมด

จากผลการทดลองคัดเลือกสารก่อโฟมที่เหมาะสมในการผลิตน้ำข้าวโพด ได้เลือกสารก่อโฟมที่สามารถเกิดโฟมได้ โดยน้ำข้าวโพดหวานเติมมอลโตเดกตริน 25% ของของผสมทั้งหมด ส่วนน้ำข้าวโพดสีม่วงเติมมอลโตเดกตริน 20% ของของผสมทั้งหมด ศึกษาคุณสมบัติ ได้แก่ ค่าสี L* a* b* ปริมาณน้ำอิสระ และความชื้น ของผงน้ำข้าวโพด โดยผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 13 และ ตารางที่ 14 จะเห็นได้ว่าผงน้ำข้าวโพดหวาน ใช้ GMS 2% 50 g เป็นสารก่อโฟมที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากให้ค่าความชื้นต่ำใกล้เคียงกับปริมาณอื่น ๆ แต่ใช้ประมาณสารก่อโฟมต่ำกว่า และมีสีของผงน้ำข้าวโพดเป็นสีเหลืองเข้มกว่าสารก่อโฟมใน

สภาวะอื่น ๆ ส่วนผงน้ำข้าวโพดสีม่วง ใช้ GMS ผสม methocel 1:1 2% 75 g เป็นสารก่อโฟมที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากให้ค่าความชื้นต่ำ และปริมาณน้ำอิสระต่ำ และผงน้ำข้าวโพดมีสีม่วงมากกว่า ซึ่งพิจารณาได้จากค่าสีจะเห็นได้ว่าเมื่อเติมสารก่อโฟมความเข้มข้นมากขึ้นและปริมาณมากขึ้น ค่าความสว่าง (L*) จะเพิ่มขึ้นด้วย

ตารางที่ 11 ความหนาแน่นและคุณสมบัติของโฟมน้ำข้าวโพดหวานที่ชนิด ปริมาณสารก่อโฟมและมอลโตเดกตรินต่าง ๆ

Foaming agent	Foaming agent concentration (%)	Foaming agent weight (g)	Maltodextrin (%)	Foam density (g/mL)	Foam appearance	Foam stability during drying
GMS	2	50	20	-	NF	-
		50	25	0.52	unstable foam	Collapsed
		75	20	-	NF	-
		75	25	0.48	unstable foam	Collapsed
		100	20	-	NF	-
		100	25	0.43	unstable foam	Collapsed
GMS	5	50	20	-	NF	-
		50	25	0.45	unstable foam	Collapsed
		75	20	-	NF	-
		75	25	0.44	unstable foam	Collapsed
		100	20	-	NF	-
		100	25	0.44	Stable foam	Collapsed
methocel K4M	2	50	20	-	NF	-
		50	25	-	NF	-
		75	20	-	NF	-
		75	25	-	NF	-
		100	20	-	NF	-
		100	25	-	NF	-
methocel K4M	5	50	20	-	NF	-
		50	25	-	NF	-
		75	20	-	NF	-
		75	25	-	NF	-
		100	20	-	NF	-
		100	25	-	NF	-
GMS : methocel 1:1	2	50	20	-	NF	-
		50	25	-	NF	-
		75	20	-	NF	-
		75	25	-	NF	-

Foaming agent	Foaming agent concentration (%)	Foaming agent weight (g)	Maltodextrin (%)	Foam density (g/mL)	Foam appearance	Foam stability during drying
		100	20	-	NF	-
		100	25	-	NF	-
GMS : methocel 1:1	5	50	20	-	NF	-
		50	25	-	NF	-
		75	20	-	NF	-
		75	25	0.65	Unstable foam	Collapsed
		100	20	-	NF	-
		100	25	0.60	unstable foam	Collapsed

NF = cannot make foam

ตารางที่ 12 ความหนาแน่นและคุณสมบัติของโฟมน้ำข้าวโพดสีม่วงที่ชนิด ปริมาณสารก่อโฟมและมอลโตเดกตรินต่าง ๆ

Foaming agent	Foaming agent concentration (%)	Foaming agent weight (g)	Maltodextrin (%)	Foam density (g/mL)	Foam appearance	Foam stability during drying
GMS	2	50	20	0.50	Unstable foam	Collapsed
		50	25	0.48	Unstable foam	Collapsed
		75	20	0.45	Stable foam	Collapsed
		75	25	0.44	Stable foam	Collapsed
		100	20	0.42	Stable foam	Collapsed
		100	25	0.40	Stable foam	Collapsed
GMS	5	50	20	0.43	Stable foam	Collapsed
		50	25	0.44	Stable foam	Collapsed
		75	20	0.42	Stable foam	Collapsed
		75	25	0.41	Stable foam	Collapsed
		100	20	0.39	Stable foam	Stable
		100	25	0.38	Stable foam	Stable
methocel K4M	2	50	20	-	NF	-
		50	25	-	NF	-
		75	20	-	NF	-

Foaming agent	Foaming agent concentration (%)	Foaming agent weight (g)	Maltodextrin (%)	Foam density (g/mL)	Foam appearance	Foam stability during drying
		75	25	-	NF	-
		100	20	-	NF	-
		100	25	-	NF	-
methocel K4M	5	50	20	-	NF	-
		50	25	-	NF	-
		75	20	-	NF	-
		75	25	-	NF	-
		100	20	-	NF	-
		100	25	-	NF	-
GMS : methocel	2	50	20	-	NF	-
1:1		50	25	0.78	Unstable foam	Collapsed
		75	20	0.55	Unstable foam	Collapsed
		75	25	0.56	Unstable foam	Collapsed
		100	20	0.44	Stable foam	Collapsed
		100	25	0.43	Stable foam	Collapsed
		50	20	0.48	Stable foam	Collapsed
GMS : methocel	5	50	25	0.46	Stable foam	Collapsed
1:1		75	20	0.42	Stable foam	Collapsed
		75	25	0.40	Stable foam	Collapsed
		100	20	0.43	Stable foam	Collapsed
		100	25	0.44	Stable foam	Collapsed

NF = cannot make foam

ตารางที่ 13 ค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ และความชื้นของผงน้ำข้าวโพดหวานที่ใช้สารก่อโฟมชนิดและปริมาณต่างๆ

สารก่อโฟม	ค่าสี			a_w	ความชื้น
	L*	a*	b*		(%)
GMS 2%, 50g	79.96 e	-2.96 a	38.60 a	0.212 c	3.8562 b
GMS 2%, 75g	82.30 cd	-3.06 a	28.71 c	0.368 b	3.9964 b
GMS 2%, 100g	82.85 bc	-3.21 a	28.32 c	0.363 b	3.8401 b

GMS 5%, 50g	83.81 b	-2.96 a	28.10 c	0.374 ab	4.4377 a
GMS 5%, 75g	87.17 a	-3.24 a	25.40 d	0.365 b	3.9137 b
GMS 5%, 100g	88.15 a	-3.31 a	22.03 e	0.382 a	4.0283 b
GMS:methocel 5%, 75g	82.37 cd	-3.10 a	28.13 c	0.373 ab	3.9234 b
GMS:methocel 5%, 100g	81.34 d	-2.85 a	30.94 b	0.370 ab	3.9377 b

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 14 ค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ และความชื้นของผงน้ำข้าวโพดสีม่วงที่ใช้สารก่อโฟมชนิดและปริมาณต่างๆ

สารก่อโฟม	ค่าสี			a_w	ความชื้น
	L*	a*	b*		(%)
GMS 2%, 50g	68.73 g	8.46 b	3.34 b	0.301 b	4.2215 c
GMS 2%, 75g	74.39 c	6.90 e	3.31 bc	0.350 a	4.9067 a
GMS 2%, 100g	73.33 d	6.97 de	3.35 b	0.359 a	4.6682 ab
GMS 5%, 50g	76.69 b	6.04 f	3.21 cd	0.319 b	4.3600 bc
GMS 5%, 75g	77.10 b	5.59 g	3.14 def	0.315 b	4.0460 d
GMS 5%, 100g	77.82 a	5.27 h	3.06 ef	0.311 b	3.3160 e
GMS:methocel 2%, 75g	67.59 h	8.97 a	3.53 a	0.169 de	3.3160 e
GMS:methocel 2%, 100g	72.72 d	7.15 d	3.25 bcd	0.229 c	3.8066 d
GMS:methocel 5%, 50g	70.63 f	8.16 c	3.17 de	0.152 e	3.8535 d
GMS:methocel 5%, 75g	71.70 e	7.12 d	3.03 f	0.182 d	3.8470 d
GMS:methocel 5%, 100g	78.00 a	5.51 g	2.83 g	0.247 c	3.8060 d

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2.5 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มผงข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผงน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงดังแสดงในตารางที่ 15 จะเห็นได้ว่าผงน้ำข้าวโพดหวาน มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 90.37 mg/100 g ซึ่งในผงน้ำข้าวโพดสีม่วงไม่มีเบต้าแคโรทีน 90.37 mg/100 g

ตารางที่ 15 คุณค่าทางโภชนาการของผงน้ำข้าวโพดหวานและน้ำข้าวโพดสีม่วงต่อตัวอย่าง 100 g

รายการ	ผงน้ำข้าวโพดหวาน	ผงน้ำข้าวโพดสีม่วง
พลังงานทั้งหมด (kcal)	403.57	405.67
พลังงานจากไขมัน (kcal)	26.73	20.43
ไขมันทั้งหมด (g)	2.97	2.27
ไขมันอิ่มตัว (g)	1.71	1.91
โคเลสเตอรอล (mg)	ไม่พบ	ไม่พบ
โปรตีน (g)	2.57	1.46
คาร์โบไฮเดรต (g)	91.64	94.85
ใยอาหาร (g)	0.16	ไม่พบ
น้ำตาล (g)	29.95	22.31

โซเดียม (mg)	10.40	13.38
วิตามินเอ (µg)	15.06	ไม่พบ
คำนวณจาก เบต้าแคโรทีน		
เบต้า-แคโรทีน (mg)	90.37	ไม่พบ
วิตามีนบี 1 (mg)	0.071	0.038
วิตามีนบี 2 (mg)	<0.025	<0.025
แคลเซียม (mg)	6.51	4.54
เหล็ก (mg)	0.50	0.48
เถ้า (g)	0.93	0.34
ความชื้น (g)	1.89	1.08

2.6 ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มผงข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้อัตราส่วนของเครื่องดื่มผงต่อน้ำ 3 ระดับ คือ 1: 3 1:5 และ 1:7 และเติมน้ำตาลทราย 5% ของของผสมทั้งหมด ทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสหวาน และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้บริโภคกึ่งฝึกฝน 20 คน ด้วยแบบทดสอบแบบ hedonic scale (9-point hedonic) จากผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 16 จะเห็นได้ว่าผู้บริโภคให้การยอมรับในด้าน กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของเครื่องดื่มผงที่ใช้อัตราส่วนผงน้ำข้าวโพดหวานต่อน้ำ ที่ 1 : 3 และ 1 : 5 ในระดับเดียวกัน และจากผลการทดลองแสดงในตารางที่ 17 จะเห็นได้ว่าผู้บริโภคให้การยอมรับในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของเครื่องดื่มผงที่ใช้อัตราส่วนผงน้ำข้าวโพดสีม่วงต่อน้ำ ที่ 1 : 3 และ 1 : 5 ในระดับเดียวกันเช่นเดียวกัน ดังนั้นอัตราส่วนของผงน้ำข้าวโพดต่อน้ำที่เหมาะสมคือที่ระดับ 1 : 5 ทั้งผงน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

ตารางที่ 16 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มผงข้าวโพดหวานที่อัตราส่วนผงน้ำข้าวโพดต่อน้ำระดับต่าง ๆ

อัตราส่วนผงน้ำข้าวโพด : น้ำ	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1 : 3	7.70 a	7.50	6.75 a	7.20 a	6.95 a	7.60 a
1 : 5	7.60 b	7.50	6.80 a	7.00 a	7.05 a	7.65 a
1 : 7	7.45 b	7.50	6.05 b	6.30 b	4.650 b	5.90 b

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 17 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มผงข้าวโพดหวานที่อัตราส่วนผงน้ำข้าวโพดต่อน้ำระดับต่าง ๆ

อัตราส่วนผงน้ำข้าวโพด : น้ำ	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1 : 3	6.95 a	7.40 a	7.50 a	7.25 a	7.00 a	7.40 a
1 : 5	6.75 a	7.35 ab	7.30 a	7.10 a	6.75 a	7.45 a
1 : 7	6.80 a	7.25 b	5.85 b	6.70 b	5.60 b	5.75 b

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การต้มเมล็ดข้าวโพดต้มเมล็ดข้าวโพดจะทำให้สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และความสามารถต้านอนุมูลอิสระ ทั้งในข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงมีแนวโน้มลดลง และสารประกอบแอนโทไซยานินในเมล็ดข้าวโพดสีม่วงก็มีแนวโน้มลดลงด้วยเช่นกัน แต่สารประกอบฟลาโวนอยด์ในการต้มข้าวโพดหวานจะเพิ่มขึ้น โดยเวลาที่เหมาะสมในการต้มเมล็ดข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงในน้ำเดือดคือ 5 นาที และการอบเมล็ดข้าวโพดหวานต้มและไม่ต้มอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมคือ 60°C เป็นเวลา 25 ชั่วโมง ส่วนเมล็ดข้าวโพดสีม่วงต้มและไม่ต้มคือ 65°C เป็นเวลา 25 ชั่วโมงซึ่งเป็นอุณหภูมิและเวลาที่ทำให้เมล็ดข้าวโพดมีความชื้นเหมาะสม และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์และความสามารถต้านอนุมูลอิสระไม่ลดต่ำลงมาก โดยการต้มเมล็ดข้าวโพดก่อนอบนั้นจะทำให้สารประกอบฟลาโวนอยด์ต่ำกว่าเมล็ดข้าวโพดสดแต่ก็ทำให้มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้ความสามารถต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดข้าวโพดต้มและไม่ต้มก่อนอบนั้นใกล้เคียงกัน การผลิตเครื่องดื่มผงจากผงข้าวโพดไม่เหมาะสมสำหรับผลิตเครื่องผงข้าวโพดจากผงข้าวโพดบดละเอียดเนื่องจากมีการพองตัวและการละลายน้ำค่อยข้างต่ำ ซึ่งอาจปรับปรุงกลิ่น รส และเนื้อสัมผัส โดยเพิ่มเติมส่วนผสมอื่น ๆ เช่น ครีมเทียม นมผง และสารเพิ่มความข้นหนืด

การต้มน้ำข้าวโพดจะทำให้ความสามารถต้านอนุมูลอิสระในน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงทั้งจากเมล็ดข้าวโพดสดและเมล็ดข้าวโพดต้มลดลงแต่มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์เพิ่มขึ้น โดยการต้มที่อุณหภูมิ 95°C จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ และ ความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการต้มที่ 85 และ 90°C โดยสารประกอบต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณอย่างเร็วในการต้ม 5 นาทีแรก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการต้มน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงคือที่ 95°C เป็นเวลา 5 นาที

เนื่องจากเป็นอุณหภูมิการต้มที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ และความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่เหมาะสมสำหรับเครื่องดื่มน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วงคือ 8 องศาบริกส์ และกรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตน้ำข้าวโพดที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดคือ 1 การผลิตน้ำข้าวโพดหวานจากเมล็ดข้าวโพดสดและต้มน้ำข้าวโพดที่อุณหภูมิ 85 □ °C เป็นเวลา 5 นาที GMS 2% 50 g และ GMS ผสม methocel 1:1 2% 75 g เป็นสารก่อโฟมที่เหมาะสมที่สุดในการทำแห้งแบบโฟมแมทน้ำข้าวโพดหวานและน้ำข้าวโพดสีม่วงตามลำดับ โดยอัตราส่วนอัตราส่วนของผงน้ำข้าวโพดต่อน้ำที่เหมาะสมคือที่ระดับ 1 : 5 ทั้งผงน้ำข้าวโพดหวานและข้าวโพดสีม่วง

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลจากการทดลองนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการการอบแห้ง การต้มเมล็ดข้าวโพด การต้มน้ำข้าวโพดต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และความสามารถต้านอนุมูลอิสระและเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อพัฒนาผลิตจากผงเมล็ดข้าวโพดอบแห้งต่อไป นอกจากนี้สามารถประยุกต์ใช้การผลิตเครื่องดื่มผงข้าวโพดหวานและข้าวโพดม่วงเพื่อพัฒนาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพต่อไป

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี ให้ความอนุเคราะห์ข้าวโพดสีม่วงพันธ์แปซิฟิก 111 ตลอดงานวิจัย

12. เอกสารอ้างอิง

นิรนาม. 2554. ข้าวโพดสุกต้านมะเร็ง. Available Source: http://www.lib.ru.ac.th/miscell2/?tag=%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B9%82%E0%B8%9E%E0%B8%94, 21 มีนาคม 2555.

ชณิชา จินาการ. 2550. ผลของวิธีสกัดและสารก่อให้เกิดโฟมต่อคุณภาพของเครื่องดื่มผงชงละลายกระชายดำผสมสับปะรด. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง . 2548. ฟังชันนัลฟูดส์ : อาหารเพื่อสุขภาพ . วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 เมษายน- กันยายน 2548 หน้า 43

วิภาวดี พันธ์หนองหว้า, สาคร แสงสุวอ, ภูวิพัฒน์ เกียรติ์สาคเรศ, อนุชิตา มุ่งงาม และเกรียงศักดิ์ มั่นเสถียร สิน. 2555. โครงการวิจัยผลิตภัณฑ์ธัญพืชสำเร็จรูปจากข้าวและข้าวโพดอินทรีย์เพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน. สุรินทร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2552. รายงานการสำรวจและจัดเก็บข้อมูลตลาดอาหารเพื่อสุขภาพกลุ่ม **Functional Food** ณ ประเทศเกาหลีใต้.

AOAC. 2006. AOAC Official Method 2005.02 Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines. In *Official methods of analysis of AOAC International* 37 Gaithersburg, Md. : Association of Official Analytical Chemists.

Asami, D. K., Hong, Y. J., Barrett, D. M., & Mitchell, A. E. 2003. Comparison of the Total Phenolic and Ascorbic Acid Content of Freeze-Dried and Air-Dried Marionberry, Strawberry, and Corn Grown Using Conventional, Organic, and Sustainable Agricultural Practices. *J Agric Food Chem,* 51(5), 1237-1241.

Kim, D.-O., Lee, K. W., Lee, H. J. &Lee, C. Y. 2002. Vitamin C Equivalent Antioxidant Capacity (VCEAC) of Phenolic Phytochemicals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(13): 3713-3717.

Kim, D. O., Jeong, S. W., and &Lee, C. Y. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry* 81: 321–326.

Kuhnena, S., Lemosa, P. M. M., Campestrinia, L. H., Ogliaria, J. B., Diasb, P. F., & Maraschin, M. 2009. Antiangiogenic properties of carotenoids: A potential role of maize as functional food. *Journal of Functional Foods,* 1(3), 284–290.

Pedreschi, R., & Cisneros-Zevallos, L. 2007. Phenolic profiles of Andean purple corn (Zea mays L.). *Food Chemistry,* 100(3), 956–963.

Tsuda, T., Horio, F., Uchida, K., Aoki, H., & Osawa, T. 2003. Dietary Cyanidin 3-O-β-d-Glucoside-Rich Purple Corn Color Prevents Obesity and Ameliorates Hyperglycemia in Mice *The Journal of Nutrition,* 133(7), 2125-2130.

Tsuda, T., Watanabe, M., Ohshima, K., Norinobu, S., Choi, S., Kawakishi, S., et al. 1994. Antioxidative Activity of the Anthocyanin Pigments Cyanidin 3-O-.beta.-D-Glucoside and Cyanidin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 42(11), 2407–2410.