http://journal.rmutp.ac.th/

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำนมข้าวโพดสามสายพันธุ์

รุ่งทิวา วงค์ไพศาลฤทธิ์* และ วิชาญ พงษ์สานต์คีรี

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
149 ถนนเจริญกรุง แขวงยานนาวา เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

รับบทความ 30 พฤษภาคม 2563 แก้ไขบทความ 13 สิงหาคม 2563 ตอบรับบทความ 15 กันยายน 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแคโรทีนอยด์ ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl Scavenging Capacity (DPPH) และวิธี 1, 10-Phenantroline (Phen) ของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพด 3 สายพันธุ์ คือสายพันธุ์ราชินีทับทิมสยาม (นมข้าวโพดสีม่วง) สายพันธุ์สวีทไวท์ (นมข้าวโพดสีขาว) สายพันธุ์สวีท (นมข้าวโพดสีเหลือง) พบว่าผลิตภัณฑ์นมข้าวโพด 3 ชนิด ได้แก่ นมข้าวโพดสีม่วง นมข้าวโพดสีขาว นมข้าวโพดสีเหลือง มีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด เท่ากับ 0.45$\pm$0.00 0.29$\pm$0.02 และ 0.68$\pm$0.00 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณแอนโทไซยานินซึ่งวัดโดยวิธีพีเอชดิฟเฟอเรนเชียล มีค่าเท่ากับ 2.86$\pm$0.01 1.71$\pm$0.03 และ 0.80$\pm$0.01 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 12.00$\pm$0.02 10.05$\pm$0.00 และ 8.62$\pm$0.09 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับร้อยละ 96.50$\pm$0.10 47.10$\pm$0.01 และ 60.91$\pm$0.08 ตามลำดับ และมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ Phen เท่ากับ 133.98$\pm$0.76 111.17$\pm$0.48 และ 86.61$\pm$0.98 มิลลิกรัม/ลิตรตามลำดับ

คำสำคัญ: นมข้าวโพด; สายพันธุ์; ราชินีทับทิมสยาม (สีม่วง); สวีทไวท์ (สีขาว); สวีท (สีเหลือง); DPPH; Phen

** ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +668 6759 9237, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: rungthiwa.w@mail.rmutk.ac.th*

http://journal.rmutp.ac.th/

Antioxidant Activity of 3 Varieties of Corn Milk

Rungthiwa Wongpaisanrit* and Wichan Pongsankeeree

Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep
149 Charoenkrung Road, Yannawa, Sathorn, Bangkok 10120

Received 30 May 2020; Revised 13 August 2020; Accepted 15 September 2020

Abstract

The purpose of this research was to analyze carotenoid content, anthocyanin content, phenolic compound content and the antioxidant activity by 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl scavenging capacity (DPPH) and 1, 10-Phenantroline (Phen). In the 3 varieties of corn milk which were the Queen Ruby Siam strain (Purple corn milk), (White corn milk), Sweet strain (Yellow corn milk). It was found that the samples of 3 types of corn milk have total carotenoid content were 0.45+0.00 0.29+0.02 and 0.68+0.00 mg/l respectively. Anthocyanin content measured by pH-differential method were 2.86+0.01 1.71+0.03 and 0.80+0.01 mg/l respectively. The total amount of phenolic compounds were 12.00+0.02 10.05+0.00 and 8.62+0.09 mg/l respectively. The ability to resist free radicals by DPPH method were equal to 96.50+0.10 47.10+0.01 and 60.91+0.08 respectively. The antioxidant activity using Phen method were 133.98+0.76 111.17+0.48 and 86.61+0.98 mg/l respectively.

Keywords : Corn Milk; Species; Tubtim Siam (Purple); Sweet White (White); Sweet (Yellow) ; DPPH; Phen

** Corresponding Author. Tel.: +668 6759 9237, E-mail Address: rungthiwa.w@mail.rmutk.ac.th*

1. บทนำ

ข้าวโพดหวาน เป็นข้าวโพดที่ปลูกมากทั่วโลก ผู้ปลูกรายใหญ่ของโลก ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส ฮังการี และแคนาดา ส่วนเอเชียมีผู้ปลูกรายใหญ่ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ไต้หวัน และไทย โดยประเทศไทยมีแหล่งเพาะปลูกสำคัญ ได้แก่ ภาคเหนือ เช่น จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง ภาคตะวันออก เฉียงเหนือ เช่น จังหวัดหนองคาย นครพนม ภาคกลาง เช่น จังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี นครปฐม สุพรรณบุรี ส่วนภาคใต้ เช่น จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสตูล [1] เกษตรกรมักปลูกข้าวโพดหวานในฤดูฝนช่วงเดือนพฤษภาคม และเก็บเกี่ยวในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และตุลาคม และปลูกหลังการเก็บเกี่ยวข้าวในเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน และเก็บเกี่ยวในเดือนกุมภาพันธ์- มีนาคม [2]

การจำหน่ายผลผลิตมีทั้งการจำหน่ายแก่โรงงานเพื่อแปรรูปเป็นข้าวโพดหวานกระป๋อง การส่งออกต่างประเทศ และนำมาบริโภคภายในประเทศ รูปแบบการจำหน่ายในประเทศมักพบนำฝักสดมาขายตามท้องตลาดการเกษตร ตลาดสด และมักพบการขายเป็นข้าวโพดหวานต้มหรือข้าวโพดหวานย่างไฟตามข้างถนนของพื้นที่แปลงปลูกด้านประโยชน์และคุณค่าทางอาหาร พบว่า ข้าวโพดหวานต้มช่วยลดความเสี่ยงโรคหัวใจ และมะเร็งได้ ข้าวโพดหวานต้มสามารถปลดปล่อยสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญชื่อ กรดเฟอรูลิก (Ferulic Acid) ซึ่งเป็นสารที่ช่วยระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้กรดเฟอรูลิกยังนิยมใช้สำหรับต้านการแก่ของเซลล์ ป้องกันเซลล์มะเร็ง โรคหัวใจ ไข้หวัด ต้านผลกระทบจากรังสีอัลตราไวโอเลต ช่วยป้องกันมะเร็งผิวหนังจากแสงแดด [1]

“น้ำนมข้าวโพด” หรือ “นมข้าวโพด” เป็นอีกผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ได้จากการแปรรูปข้าวโพดหวานให้เป็นเครื่องดื่มที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีคุณประโยชน์มากมาย เช่น วิตามินเอ เบต้า-แคโรทีน แคลเซียมและเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตผลทางการเกษตรอีกทางหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตร ภาครัฐให้การส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมากขึ้นเพื่อเพิ่มมูลค่าของสินค้าเกษตรและเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรด้วย ซึ่งในปัจจุบันการแปรรูปผลผลิตการเกษตรมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทั้งลักษณะอุตสาหกรรมท้องถิ่นและอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ [3]

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำนมจากข้าวโพด โดยจะศึกษาคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี ปริมาณแคโรทีนอยด์ ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและการต้านอนุมูลอิสระของน้ำนมข้าวโพดทั้ง 3 สายพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกและที่มีรงควัตถุแตกต่างกัน 3 สี คือ สายพันธุ์ราชินีทับทิมสยาม (สีม่วง) สายพันธุ์สวีทไวท์ (สีขาว) สายพันธุ์สวีท (สีเหลือง) ซึ่งมีปริมาณแคโรทีนอยด์ ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน [4]-[6] ซึ่งคาดว่าจะเป็นการสร้างคุณลักษณะและเพิ่มมูลค่าของข้าวโพดให้สูงขึ้นอีกด้วย และอาจใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการประกอบธุรกิจหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) โดยนำวัตถุดิบจากท้องถิ่นเพื่อสร้างอัตลักษณ์ให้กับสินค้าที่มีความแตกต่างจากที่อื่น โดยแทรกข้อมูลสารแอนตี้ออกซิแดนซ์ที่เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าให้กับผู้ประกอบธุรกิจในอนาคตได้

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ศึกษากรรมวิธีการผลิตน้ำนมข้าวโพด 3 สายพันธุ์

โดยใช้ข้าวโพด 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ราชินีทับทิมสยาม (สีม่วง) สายพันธุ์สวีทไวท์ (สีขาว) สายพันธุ์สวีท (สีเหลือง) ไปต้มนาน 30 นาที จากนั้นฝานเอาเฉพาะเมล็ดแล้ว ชั่งน้ำหนัก 2,000 กรัม แล้วเติมน้ำสะอาดลงไป 4,000 กรัม จากนั้นนำไปปั่นโดยใช้เครื่อง

ปั่นผสม (ปั่นนาน 30 วินาที) วัดค่าบริกซ์และปรับความหวานเท่ากับ 6 องศาบริกซ์ (โดยเติมน้ำตาลทราย) นำส่วนผสมของน้ำข้าวโพดทั้งหมดไปต้มโดยใช้ไฟปานกลาง [4], [5] พอเดือดให้เติมน้ำตาล คนจนน้ำตาลละลาย ยกลงแล้วตั้งทิ้งไว้ให้อุ่น แล้วนำมากรองเอากากข้าวโพดออกโดยใช้ตะแกรงขนาด 50 mesh และกรองซ้ำด้วยตะแกรงขนาด 50 mesh จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที พออุ่นค่อยบรรจุใส่ขวดพลาสติก PET ขนาด 5 ลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำไปแช่ในตู้แช่เย็นที่อุณหภูมิ 6-8 องศาเซลเซียส

2.2 ศึกษาการวัดค่าสีของนมข้าวโพด

นำตัวอย่างนมข้าวโพดแต่ละตัวอย่างมาวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Minolta^{TM}Hunter Lab รุ่น UltarScan PRO) ในระบบ L*, a* และ b* โดยค่า L* ที่เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างมากจนเป็นสีขาวหรือสีจาง แต่ถ้าค่า L*เข้าใกล้ 0 หมายถึงตัวอย่างมีความสว่างน้อยลงจนเป็นสีคล้ำ ส่วนค่า a* ที่เป็นบวก แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีแดง แต่ค่า a* ที่เป็นลบแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเขียว และในค่า b* ที่เป็นบวกแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเหลือง แต่ถ้าค่า b* เป็นลบแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีน้ำเงิน

2.3 ศึกษาการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) pH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Total Soluble Solid; TSS) ของนมข้าวโพด

2.3.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง

นำนมข้าวโพดแต่ละตัวอย่างมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ (pH –Meter) แล้วบันทึกค่าที่วัดได้

2.3.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Total Soluble Solid; TSS)

วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้โดยใช้เครื่องวัดความหวาน (Hand Refractometer)

2.4 ศึกษาปริมาณแคโรทีนอยด์ของนมข้าวโพด

ปิเปตนมข้าวโพดตัวอย่างละ 5 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วสกัดตัวอย่างด้วยอะซิโตน 25 มิลลิลิตร เขย่าแล้วกรองตัวอย่าง จากนั้นนำสารละลายส่วนใสที่สกัดได้ใส่ในหลอดทดลอง นำสารที่สกัดได้ไปวัดที่ความยาวคลื่น 470, 645 และ 663 นาโนเมตร (nm) ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Libra s22) แล้วบันทึกค่าที่วัดได้เป็นค่าดูดกลืนคลื่นแสง โดยทดลอง 3 ซ้ำ และนำมาคำนวณโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้ [6]

Chlorophyll a = [12.7(A663) - 2.69(A645)] x V / (1000xW)

Chlorophyll b = [22.9(A645)-4.68(A663)] x V / (1000xW)

Carotenoid = [1000(A470)+3.27{(chlorophyll a) – (chlorophyll b)}] x V/ (W x 229)

โดยที่

A = ค่าการดูดกลืนคลื่นแสง (Abs)

V = ปริมาตรของอะซีโตน (ml)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (g)

2.5 ศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินโดยวิธีพีเอช-ดิฟเฟอเรนเชียล (pH-differential)

2.5.1 ปิเปตตัวอย่างนมข้าวโพด ตัวอย่างละ 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ pH1 ให้ครบ 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร และ 700 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Libra s22) โดยทดลอง 3 ซ้ำ [5], [7]

2.5..2 ปิเปตตัวอย่างนมข้าวโพด ตัวอย่างละ 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตร โซเดียมอะซิเตท pH4.5 ให้ครบ 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร และ 700 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Libra s22) โดยทดลอง 3 ซ้ำ [5], [7] และนำมาคำนวณโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\text{Anthocyanin (mg/L)} = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\varepsilon \times l}$$

โดยที่

A = (A520 – A700)pH 1.0
- (A 520 – A700)pH 4.5

MW = 499.2 gmol-1 (cyanidin-3-glucoside),
306.7 gmol-1 (pelargonidin-3-glucoside)

DF = Dilution Factor

ε = Molar Extinction Coefficient;26,900 l.mol-1.cm-1, cyanidin-3-glucoside,31,100 l.mol-1.cm-1, pelargonidin -3-glucoside

l = ความกว้างของคิวเวต (cm)

2.6 ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Content)

นำตัวอย่างนมข้าวโพดทั้ง 3 สายพันธุ์ (ถ้านมขุ่นนำไปปั่นเหวี่ยงและนำส่วนใสมาวิเคราะห์) โดยปิเปตตัวอย่างนมมาตัวอย่างละ 0.30 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu เข้มข้นร้อยละ 10 (โดยปริมาตรต่อปริมาตร) จำนวน 1.50 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 7.5 (ร้อยละ 7.5 Na_2CO_3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรในน้ำกลั่น) จำนวน 3.00 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 10 มิลลิลิตร เขย่าให้สารละลายผสมกัน และตั้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที (ถ้าสารละลายขุ่นนำไปปั่นเหวี่ยงและนำเอาสารละลายใสมาวิเคราะห์) เมื่อเกิดปฏิกิริยาสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Libra s22) โดยทดลอง 3 ซ้ำ และนำไปคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก [6], [8], [9]

2.7 การศึกษาความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี DPPH (1,1-Diphenyl-2-pycrylhydrazy)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของตัวอย่างนมข้าวโพด 3 สายพันธุ์ ซึ่งจะอาศัยการติดตามความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH [1] ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่ทำให้สารละลายมีสีม่วงและสามารถดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร โดยจะเปรียบเทียบกับสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐาน คือวิตามินซี (ซึ่งละลายน้ำได้ดี) โพรพิลแกลเลต (Propylgallate; PG) และบีเอชเอหรือบิวทิเลตไฮดรอกซีแอนิโซล (Butylated Hydroxyanisole; BHA) (ซึ่งสารมาตรฐานทั้ง 2 ชนิดละลายในน้ำมันจึงละลายแอลกอฮอล์ได้ดี)

2.7.1 การวัดความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยวิธี DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazy)

ปิเปตนมข้าวโพดตัวอย่างละ 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองแต่ละหลอด จากนั้นเติมสารละลายต่าง ๆ ลงไปดังนี้คือสารละลาย DPPH เข้มข้นร้อยละ 0.188 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตรในแอลกอฮอล์ร้อยละ 95) จำนวน 0.72 มิลลิลิตร สารละลายแอลกอฮอล์ร้อยละ 40 จำนวน 5.18 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย Vortex Mixer พร้อมกับจับเวลาทันที เมื่อครบ 30 นาที แล้วถ่ายสารละลายลงในคิวเวต นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Libra s22) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ สำหรับปฏิกิริยาควบคุม (Control) จะใช้น้ำกลั่น, แอลกอฮอล์ร้อยละ 40, แอลกอฮอล์ร้อยละ 95 อย่างละ 0.1 แทนสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐาน และหลอดที่เป็น Blank จะเตรียมเหมือนปฏิกิริยาควบคุมแต่จะเติมแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 จำนวน 0.72 มิลลิลิตร แทนสารละลาย DPPH โดยแต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำ

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละ) = (ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH ที่ไม่มีตัวอย่าง - ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH ที่มีตัวอย่าง) x 100/ ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH ที่ไม่มีตัวอย่าง

2.8 ศึกษาการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 1, 10-Phenanthroline (Phen)

2.8.1 การเตรียมสารละลายของการต้านสารปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐาน

ชั่งวิตามินซี โพรพิลแกลเลต และ BHA ซึ่งเป็นสารปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐานอย่างละ 0.1 กรัม จำนวน 2 ชุด ชุดที่ 1 ปรับปริมาตรด้วยเมทานอล ให้ครบ 10 มิลลิลิตร และชุดที่ 2 ปรับ ปริมาตร ด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 10 มิลลิลิตร โดยปิเปตสารละลายมาหลอดละ 0.10 มิลลิลิตร เติมสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.2 (โดยมวลต่อปริมาตร) จำนวน 1.00 มิลลิลิตร เติมสารลาย 1,10-Phenanthroline เข้มข้นร้อยละ 0.5 (โดยมวลต่อปริมาตร) จำนวน 0.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 10 มิลลิลิตรเขย่าและเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Libra s22) โดยทดลอง 3 ซ้ำ

2.8.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 1, 10-Phenanthroline (Phen)

นำตัวอย่างนมข้าวโพดทั้ง 3 สายพันธุ์ (ถ้าขุ่นนำไปปั่นเหวี่ยงและนำส่วนใสมาวิเคราะห์) โดยปิเปตตัวอย่างนมมาตัวอย่างละ 0.60 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองแต่ละหลอด ปิเปตสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.2 (โดยมวลต่อปริมาตร) จำนวน 1.00 มิลลิลิตร เติมสารลาย 1,10-Phenanthroline เข้มข้นร้อยละ 0.5 (โดยมวลต่อปริมาตร) จำนวน 0.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 10 มิลลิลิตรเขย่าและเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Libra s22) โดยทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปคำนวณหาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากกราฟมาตรฐานเฟอร์รัสซัลเฟต

ตารางที่ 1 คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์นมข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด

ชนิดของนมข้าวโพด	คุณภาพทางกายภาพ			คุณภาพทางเคมี	
	ค่าสี				
	L*	a*	B*	pH *	° Brix *
สูตร 1 (สีม่วง)	57.94±0.09 [a]	7.26±0.03 [a]	13.12±0.04 [a]	6.80±0.01[a]	5.10±0.06
สูตร 2 (สีขาว)	81.38±0.09 [b]	2.62±0.04 [b]	42.26±0.03 [c]	7.20±0.02[b]	4.20±0.04
สูตร 3 (สีเหลือง)	79.41±0.09 [b]	2.64±0.03 [b]	6.46±0.04 [b]	7.45±0.01[b]	4.30±0.05

หมายเหตุ : [a, b, c] หมายถึง ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษากรรมวิธีการผลิตน้ำนมข้าวโพด

ผลการศึกษากรรมวิธีการน้ำนมข้าวโพด 3 สายพันธุ์ โดยศึกษาคุณภาพทางกายภาพโดยนำนมข้าวโพดแต่ละตัวอย่างมาวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสีในระบบ L*, a*, b* และศึกษาคุณภาพทางเคมีโดยนำนมข้าวโพดแต่ละตัวอย่างมาวัดค่าการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่า ° Brix ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 1 พบว่า สายพันธุ์ข้าวโพดมีผลต่อค่าสี pH และค่าของแข็งที่ละลายได้ในน้ำหรือค่าความหวาน (° Brix) ของผลิตภัณฑ์และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดย

นมข้าวโพดสีม่วงมีค่าความสว่าง (L*) ต่ำกว่านมข้าวโพดสีขาวและนมข้าวโพดสีเหลือง เนื่องจากมีปริมาณแอนโทไซยานินอยู่สูงซึ่ง แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่ให้สีแดงจนถึงม่วงจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความสว่างน้อยและมีค่าความเป็นสีแดงสูงกว่านมข้าวโพดสีขาวและสีเหลือง นอกจากความแตกต่างระหว่างพันธุ์แล้วปริมาณสารดังกล่าวยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ สภาพภูมิอากาศ สถานที่ปลูกและอายุเก็บเกี่ยว [4]

3.2 ผลการศึกษาปริมาณแคโรทีนอยด์ ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำนมข้าวโพด

ผลการศึกษาปริมาณแคโรทีนอยด์ ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำนมข้าวโพด 3 สายพันธุ์ ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2 เห็นได้ว่านมข้าวโพดสีเหลืองมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงสุด ซึ่งแคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุหรือสารสี (Pigment) ที่ให้สีเหลือง ส้ม แดง และส้ม-แดง และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) จากธรรมชาติที่ช่วยต้านโรคมะเร็งและโรคหัวใจ [1]

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่านมข้าวโพดสีม่วงมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุด ซึ่งแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่ให้สีแดง ม่วง และน้ำเงิน เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและเส้นเลือดอุดตันในสมองด้วยการยับยั้งไม่ให้เลือดจับตัวเป็นก้อน ชะลอความเสื่อมของดวงตา ช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค [4], [5], [7]

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่านมข้าวโพดสีม่วงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดทั้งนี้เนื่องจากว่ามีปริมาณแอนโทไซยานินมาก รวมทั้งมีแคโรทีนอยด์รวมอยู่ในผลิตภัณฑ์ด้วยซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของพรชัยและคณะที่พบว่าสายพันธุ์และอายุเก็บเกี่ยวมีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่นแตกต่างกัน โดยสายพันธุ์ที่มีเมล็ดมีสีเข้มมีปริมาณสารดังกล่าวสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีสี [4]

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่านมข้าวโพดสีม่วงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงสุดซึ่งจะสังเกตได้ว่า เมื่อผลิตภัณฑ์มีปริมาณแคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานินมาก จะทำให้ผลิตภัณฑ์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากและมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากตามไปด้วยซึ่งทัดดาวและคณะได้กล่าวไว้ว่าข้าวโพดอาจเป็นแหล่งของสารพฤกษเคมที่มีประโยชน์ต่อการรักษาโรครวมทั้งเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ [2]

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่านมข้าวโพดสีม่วงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ Phen สูงสุดซึ่งจะสังเกตได้ว่า เมื่อผลิตภัณฑ์มีปริมาณแคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานินมาก จะทำให้ผลิตภัณฑ์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากและมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากตามไปด้วย [4], [5], [7] ,[9]

กล่าวโดยสรุปพันธุ์มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่นแตกต่างกัน โดยกลุ่มข้าวโพดพันธุ์ที่มีสีเข้มมีปริมาณสารดังกล่าวสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีสี ซึ่งพรชัยได้กล่าวไว้ว่าชนิดของสารประกอบฟีนอลิคที่เป็นองค์ประกอบหลักเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี HPLC คือ Ferulic Acid และ p-coumaric Acid [4]

4. สรุป

แคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานินจัดอยู่ในกลุ่มสารประกอบฟีนอลิกซึ่งความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ จากการทดลองพบว่าเมื่อมีปริมาณแคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานินสูงส่งผลให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงตามและทำให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากตามไปด้วย

สายพันธุ์ข้าวโพดมีผลต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยสีของเมล็ดมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น โดยนมข้าวโพดสีม่วงมีปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระหรือความสามารถในการต้านออกซิเดชั่นสูงกว่านมข้าวโพดที่ผลิตจากข้าวโพดที่มีเมล็ดสีขาวและเหลือง

สายพันธุ์ข้าวโพดมีผลต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกซึ่งปริมาณสารดังกล่าวยังขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างพันธุ์ อุณหภูมิ สภาพภูมิอากาศ สถานที่ปลูกและอายุเก็บเกี่ยว

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่อำนวยความสะดวกจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Thanyalaksaporn Tieoyong. (2019, April 13). Sweet corn and sweet corn planting. [Online]. Available: https://www.nfc.or.th/content/6944

[2] K. Vayuparp, *Specialty Corn Research and development*, Research project report, Department of Agriculture, 2015.

[3] P. Pitakpakorn, “Corn milk consumption behavior of consumers in Bangkok Metropolitan area,” Master of Business Administration in Marketing, Srinakharinwirot University, 2003.

[4] B. Harakotr, B. Suriharn, R. Tangwongchai and K. Lertrat. “Profile of phenolic compounds and antioxidant capacity in waxy corn at different maturation stages,” *KHON KAEN AGR. J.*, vol. 43, SUPPL. 1, pp. 311-316, 2015.

[5] B. Harakotr, B. Suriharn, R. Tangwongchai, M. P. Scott and K. Lertrat, “Anthocyanin, phenolics and antioxidant activity changes in purple waxy corn as affected by traditional cooking,” *Food Chemistry*, vol. 164, pp. 510-517, 2014.

[6] Q. P. Hu and J. G. Xu, “Profiles of carotenoids, anthocyanins, phenolics, and antioxidant activity of selected color waxy corn grains during maturation,” *J. Agri. Food Chem*, vol. 59, pp. 2026-2033, 2011.

[7] R. Zhang, L. Huang, Y. Deng, J. Chi, Y. Zhang, Z. Wei and M. Zhang, “Phenolic content and antioxidant activity of eight representative sweet corn varieties grown in South China,” *International Journal of Food Properties*, vol. 20, no. 12, pp. 3043-3055, 2017.

[8] T. Paseephol, R. Prathum and S. Suriyakhan, “Phytochemical constituents and total phenolic content of bicolor corn silk (Zea mays hair) extracts,” *HON KAEN AGR. J.*, vol. 46, SUPPL. 1, pp. 1315-1320, 2018.

[9] Y. Yao, W. Sang, M. Zhou and G. Ren, “Antioxidant and α-glucosidase inhibitory activity of colored grains in China,” *J. Agri. Food Chem*. vol. 58, pp. 770-774, 2010