

เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วง

Healthy Instant Powdered Drink Product from Luem Pua Glutinous Rice and Purple Corn Silk

อภิรดา พรพัฒน์วิษุ*
Apirada Phonpanawit*

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Department of Agro industry, Faculty of Agriculture technology, Chiangmai Rajabhat University

บทคัดย่อ

ข้าวและข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย ในข้าวและข้าวโพดที่มีสีบางสายพันธุ์ เช่นข้าวเหนียวลิ้มผั่ว ข้าวโพดสีม่วงเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระและสารแอนโทไซยานิน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วง โดยศึกษาอัตราส่วนของข้าวเหนียวลิ้มผั่วต่อไหมข้าวโพดสีม่วง และปริมาณของมอลโทเด็กซ์ทรินในการทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่าอัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวลิ้มผั่วต่อไหมข้าวโพดสีม่วงที่ 85:15 สารสกัดที่ได้มีปริมาณแอนโทไซยานิน 11.53 mg/L และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) มากที่สุดเท่ากับ 84.99% ในการศึกษาปริมาณของมอลโทเด็กซ์ทริน 5, 15 และ 25%w/w ในการทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่า ความชื้นและค่า Water activity ของเครื่องดื่มมีค่าลดลงเมื่อใช้มอลโทเด็กซ์ทรินในปริมาณเพิ่มขึ้น เครื่องดื่มที่ใช้มอลโทเด็กซ์ทริน 5%w/w มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุดเท่ากับ 8.27 mg/L และมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเท่ากับ 70.64% ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วงที่พัฒนาจากงานวิจัยนี้นอกจากจะเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแล้วยังช่วยเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรและสร้างความมั่นคงทางอาหารได้

คำสำคัญ: เครื่องดื่ม ผั่ว ข้าวเหนียวลิ้มผั่ว ไหมข้าวโพด แอนโทไซยานิน

Abstract

Rice and corn are the economic crops of Thailand. In some varieties of colored rice and corn such as Luem Pua glutinous rice, purple corn that are considered sources of antioxidants and anthocyanins. Therefore, this research aims to develop healthy instant powdered drink product from Luem Pua glutinous rice and purple corn silk. By studying the ratio of Luem Pua glutinous rice to purple corn silk and the amount of maltodextrin in spray drying, it was found that the ratio between Luem Pua glutinous rice and purple corn was 85:15. The extract contained 11.53 mg/l

* Corresponding author : aear2002@hotmail.com

of anthocyanin and had the highest antioxidant activity (DPPH) of 84.99%. In spray drying, 5, 15 and 25% w/w of maltodextrin content was used. It was found that the moisture content and water activity of the instant powdered drink were reduced when additional amount of maltodextrin was used. The powdered drink containing 5%w/w of maltodextrin had the highest anthocyanin content of 8.27 mg/L and the highest antioxidant activity of 70.64%. The instant powdered drink product from Luem Pua glutinous rice and purple corn silk developed from this research is not only a healthy drink but also increases the value of agricultural products and enhances food security.

Keywords: Instant powdered drink, Luem Pua glutinous rice, Purple Corn silk, Anthocyanin

1. บทนำ

ปัจจุบันปัญหาหลักด้านสุขภาพของโลกรวมถึงในประเทศไทยคือ กลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรังโดยมีโรคที่เป็นสาเหตุหลักของการเสียชีวิตของคนไทย ได้แก่ กลุ่มโรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง โรคเบาหวาน โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง และโรคเบาหวาน ความชุกของกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรังนั้นมีผลกระทบต่อด้านเศรษฐกิจในการจัดสรรระบบบริการสุขภาพและลงทุนด้านการรักษา แนวโน้มประชากรที่เป็นกลุ่มเสี่ยงและป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังยังคงมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งหนึ่งในมาตรการที่องค์การอนามัยโลกได้เสนอเพื่อควบคุมควบคุมโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง คือ มาตรการการส่งเสริมพฤติกรรมกรรมการบริโภคให้มีการณรงค์สร้างกระแสความตื่นตัวในการบริโภคอาหารสุขภาพ รวมถึงอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งในประเทศไทยมีวัตถุดิบทางการเกษตรหลายชนิดที่มีสารพฤกษเคมี มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ เช่นในพืชที่มีสีน้ำเงิน สีม่วงแดง จะมีสารพฤกษเคมีในกลุ่มแอนโทไซยานินจัดเป็นรงควัตถุในกลุ่มฟลาโวนอยด์ เป็นสารที่ละลายในน้ำได้ดี มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของลิโปโปรตีน มีโครงสร้างที่สามารถจับอิเล็กตรอนโดดเดี่ยวของอนุมูลอิสระ ทำให้ไม่สามารถก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และหยุดการเกิดปฏิกิริยาถูกโซลัดอัตราการเกิดโรคที่เกิดจากอนุมูลอิสระ (วิชิต เต้นดวงดี และ วรวรรณ์ สุบรรณม, 2557)

ข้าวเหนียวลิ้มผัวจัดเป็นข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีแดงและสีม่วงเข้ม มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีปกติ โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระรวมที่มีสูงถึง 833.77 มิลลิกรัมต่อข้าว 100 กรัม และมีแอนโทไซยานินจากสารสีม่วง สีแดงที่อยู่บริเวณเปลือกหุ้มเมล็ดและจมูกข้าว 46.56 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ มากมาย ได้แก่ โปรตีน วิตามินบี 1 และ 2, วิตามินอี, สารแกมมาโอโรซานอล, กรดไขมัน, แอนโทไซยานิน, โอเมก้า 3, 6 และ สังกะสี, ธาตุเหล็ก, แมงกานีส และแคลเซียม (กรมการข้าว, 2564) นอกจากข้าวสีพันธุ์พื้นเมืองที่เป็นแหล่งของสารแอนโทไซยานินแล้ว ในประเทศไทยยังมีพืชเศรษฐกิจ เช่น ข้าวโพดที่สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะข้าวโพดสายพันธุ์ที่มีสีข้าวโพดชนิดนี้มีสารแอนโทไซยานิน ซึ่งชนิดของแอนโทไซยานินที่พบในข้าวโพดมี 3 กลุ่ม คือ cyanidin derivatives, peonidin derivatives และ palargonidin derivatives (จินตน์กานต์ จามสุธา, 2558) ข้าวโพด

นั้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน แต่ปัจจุบันการใช้ประโยชน์ในส่วนอื่น ๆ ของข้าวโพดนอกจากเมล็ดสด ยังมีน้อย เช่น โหมดข้าวโพดที่เป็นส่วนวัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตร มีลักษณะเป็นเส้นเล็ก ๆ เป็นส่วนของยอด เกล็ดตัวเมีย มีประโยชน์ต่อสุขภาพจากรายงานงานวิจัยของ Hasanudin et al. (2012) ที่ศึกษาการใช้ประโยชน์ของโหมดข้าวโพดในด้านสรรพคุณทางยา พบว่ามีฤทธิ์ขับร้อน ขับปัสสาวะ ขับน้ำดี นิวในถุงน้ำดี แก้ไตอักเสบ ดีซ่าน บำรุงตับ แก้เบาหวาน โปรเจกต์อากเสบ ซึ่งอาจจะเกิดจากฤทธิ์ของสารฟลักซ์เคมี โดยสารฟลักซ์เคมีพื้นฐานและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในโหมดข้าวโพดสองสีจะพบสาร ฟลักซ์เคมีกลุ่มฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แทนนิน ไฮโดรไลซ์แทนนิน ซาโพนิน แชนโทโปรตีน และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ (ทัตดาว ภาชีผล และคณะ, 2561)

การทำแห้งแบบพ่นฝอยเป็นวิธีการทำแห้งที่ใช้กับอาหารซึ่งอยู่ในสภาพของสารละลายที่เป็นเนื้อเดียวกัน หรือสารละลายที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน โดยอาจอยู่ในรูปของผสมระหว่างของแข็งและของเหลว หรือของเหลวกับของเหลว หลักการทำแห้งคือการทำให้ของเหลวดังกล่าวแตกตัวเป็นละอองหรือหยดเล็ก ๆ แล้วผ่านไปในห้องทำแห้งซึ่งมีอากาศร้อนไหลผ่านเนื่องจากละอองมีขนาดเล็กมากประมาณ 100-200 μm การระเหยจึงเกิดขึ้นบนพื้นผิวของละอองอย่างรวดเร็ว ใช้เวลาทำแห้งสั้น ๆ ประมาณ 1-10 วินาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากทำแห้งจะอยู่ในสภาพผงแห้ง ในกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยนี้จะมีการใช้สารหล่อหุ้มในการเอนแคปซูเลท เช่น มอลโทเด็กซ์ทริน ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ ที่ได้จากการย่อยโมเลกุลของสตาร์ช บางส่วนให้เป็นสายสั้น ๆ ของน้ำตาลกลูโคส มีลักษณะเป็นผงหรือเกล็ดสีขาวไม่มีรสหรือมีรสหวานเล็กน้อย สามารถละลายในน้ำได้ดี เป็นวัตถุดิบในอาหาร ทำหน้าที่เป็นตัวขนส่งและป้องกันสารเคมีบางอย่างในอาหาร ซึ่งถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน หรือเป็นสารพวกที่ระเหยได้ง่าย โดยสารเคลือบจะทำหน้าที่ดักจับและกักเก็บสารเหล่านั้นไว้ ทำให้ถูกทำลายด้วยความร้อนหรือระเหยได้น้อยลง และเมื่อนำผลิตภัณฑ์ผงนั้นไปละลายโดยผสมกับน้ำ สี หรือกลิ่นของอาหารจะถูกปลดปล่อยออกมาทำให้สี กลิ่นรสของอาหาร หลังการคินตัวมีลักษณะคล้ายวัตถุดิบสด มีการวิจัยผลของสภาวะการอบแห้งแบบพ่นฝอยต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำตาลมะพร้าวผงอบแห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้น้ำตาลมะพร้าวผสมกับมอลโทเด็กซ์ทรินพบว่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมีค่าลดลงเมื่อปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินสูงขึ้น (คณิตนันท์ เอช และคณะ, 2557) เช่นเดียวกับการใช้มอลโทเด็กซ์ทรินเป็นสารหล่อหุ้มผงซังข้าวโพดหวานสีม่วงที่ใช้วิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยที่พบว่าเมื่อใช้มอลโทเด็กซ์ทรินเพิ่มขึ้นผงซังข้าวโพดหวานสีม่วงจะมีความชื้นลดลงและมีปริมาณแอนโทไซยานินลดลงเช่นกัน (ธัญนันท์ ฤทธิธัม และ อภิรดา พรปัญญา, 2561)

ในงานวิจัยนี้จึงต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงเพื่อสุขภาพจากข้าวเหนียวลิ้มผิวและโหมดข้าวโพดสีม่วงซึ่งวัตถุดิบทั้งสองชนิดเป็นผลิตภัณฑ์เกษตรภายในประเทศโดยใช้กระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการพัฒนานี้จะช่วยเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตร ลดการสูญเสียอาหาร และส่งเสริมการใช้ทรัพยากรในกระบวนการผลิตให้เกิดประสิทธิภาพและประโยชน์สูงสุดรวมถึงได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี ปริมาณสารแอนโทไซยานิน และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผัวและไหมข้าวโพดสีม่วง
- 2) ศึกษาผลของปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินต่อคุณภาพของเครื่องดื่มจากข้าวเหนียวลิ้มผัวและไหมข้าวโพดสีม่วงที่ทำแห้งด้วยวิธีพ่นฝอย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมวัตถุดิบและการศึกษาคุณภาพของน้ำสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผัวและไหมข้าวโพดสีม่วง

เตรียมวัตถุดิบไหมข้าวโพดโดยแยกสิ่งแปลกปลอม และทำความสะอาดโดยล้างด้วยน้ำสะอาด 3 ครั้ง แล้วผึ่งให้แห้งในที่ร่ม เตรียมวัตถุดิบข้าวเหนียวลิ้มผัวโดยแยกสิ่งแปลกปลอมออกจากข้าวเหนียวลิ้มผัว คั่วข้าวเหนียวลิ้มผัวที่ 70 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที ควบคุมอุณหภูมิในการคั่วโดยใช้เตาให้ความร้อน (Hotplate: M TOPS รุ่น MS100) ซึ่งเป็นการใช้ความร้อนแห้งเพื่อให้เมล็ดข้าวมีการส่งผ่านความร้อนอย่างทั่วถึง เพื่อให้เกิดกลิ่นและสีน้ำตาล ซึ่งน้ำหนักของวัตถุดิบทั้งสองชนิดในแต่ละสิ่งทดลองตามอัตราส่วนในตารางที่ 1 ทำการสกัดโดยใช้น้ำปริมาตร 5 ลิตร ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที จากนั้นกรองเพื่อเอากากออก เติมน้ำเชื่อมฟรุคโตส 5% เพื่อเพิ่มรสหวาน และเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด นำน้ำสกัดที่ได้ไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำสกัดข้าวเหนียวลิ้มผัวและไหมข้าวโพดสีม่วง

ตารางที่ 1 อัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวลิ้มผัวต่อไหมข้าวโพดสีม่วงที่ใช้ในการวิจัย

สิ่งทดลอง	ข้าวเหนียวลิ้มผัว : ไหมข้าวโพดสีม่วง
1	100 : 0
2	95 : 15
3	90 : 10
4	85 : 15

การศึกษาผลของมอลโทเด็กซ์ทรินในการแปรรูปน้ำสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผัวและไหมข้าวโพดข้าวโพดสีม่วงให้เป็นผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย

น้ำสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผัวและไหมข้าวโพดสีม่วงถูกทำให้เป็นเครื่องดื่มโดยใช้การทำแห้งแบบพ่นฝอย ศึกษาผลของการใช้มอลโทเด็กซ์ทริน 5, 15 และ 25%w/w ต่อคุณภาพของเครื่องดื่ม โดยผสมมอลโทเด็กซ์ทรินให้เข้ากันกับน้ำสกัดจากนั้นนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอย ใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยควบคุมอุณหภูมิขาเข้า 160 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิขาออก 120 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างผงในขวดแก้วสีชาที่มีฝาปิดสนิทเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี

การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์

วิเคราะห์ค่าสีใช้การวัดค่าสีตามระบบ CIE ด้วยเครื่องวัดค่าสีในอาหาร (Color-meter: CR-300, Minolta, Japan) วิเคราะห์ค่าความเป็นกรดต่าง ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH meter: 510, Eutech Instruments, Singapore) วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วย Hand Refractometer (PAL-α, Atago, Japan) วิเคราะห์ค่า water activity ด้วยเครื่อง Water activity meter (Aqua Lab model series 3, Decagon Device Inc., USA)

การวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดโดยวิธี pH differential method ดัดแปลงจากวิธีของ Giusti and Wrolstad (2003)

นำสารสกัดมาปรับระดับความเจือจางของสารสกัดตัวอย่างด้วย โพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.025 M (pH 1.0) และ โซเดียมอะซิเตตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.4 M (pH 4.5) แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 และ 700 nm ด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer โดยใช้ น้ำกลั่นเป็นตัวเปรียบเทียบ คำนวณหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดตามสมการ แล้วแปลงค่าให้อยู่ในหน่วย ไมโครกรัมสมมูลของ cyaniding 3-glucoside ต่อ 1 กรัม ($\mu\text{g CGE/g DW}$)

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

เมื่อ A คือ ค่าการดูดกลืนแสง = $(A_{510\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH}1.0} - (A_{510\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH}4.5}$

MW คือ มวลโมเลกุลของ cyaniding-3-glucoside (C3G) = 449.2 g/mol

DF คือ Dilution factor ของตัวอย่าง

ϵ คือ โมลาร์แอบซอร์บิตีวี่ (Molar absorptivity) = 26,900

l คือ ความกว้างของ Cuvette = 1 cm

วิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging (Yen & Hsieh, 1997)

นำน้ำสกัดข้าวเหนียวลิ้มผัวผสมไหมข้าวโพดสีม่วง ประมาณ 4 มิลลิลิตร ผสมกับเอทานอล 95% ปริมาณ 46 มิลลิลิตร กรองของเหลวผ่านผ้าขาวบาง แล้วไปเจือจางด้วยน้ำกลั่น 25 เท่า ปิเปิดสารละลายตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่นละลาย DPPH 0.3 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 4 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex Mixture ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที สำหรับหลอดควบคุมจะใช้เอทานอล 95% ปริมาณ 1 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่าง ส่วนหลอด Blank ใช้เอทานอล 95%

$$\text{Radical scavenging (\%)} = [1 - (A_{\text{sample}} / A_{\text{control}})] \times 100$$

A sample = ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดตัวอย่าง

A control = ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม

วิเคราะห์ความชื้น

ซึ่งตัวอย่างเครื่องต้มผงจำนวน 3 กรัม (ซึ่งให้ทราบน้ำหนักแน่นอน) เกลี่ยใส่ในถ้วยโลหะที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักมาก่อนแล้ว (W1) นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นำออกจากตู้อบมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ซึ่งน้ำหนัก อบซ้ำจนน้ำหนักคงที่ โดยน้ำหนักที่ชั่งได้ไม่ควรต่างจากครั้งแรกเกิน 0.0020 กรัม คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = (W2 - W3) \times 100 / (W2 - W1)$$

เมื่อ W1 = น้ำหนักของจานโลหะ (กรัม)

W2 = น้ำหนักของจานโลหะ (กรัม) + น้ำหนักเครื่องต้มผงก่อนอบ (กรัม)

W3 = น้ำหนักของจานโลหะ (กรัม) + น้ำหนักเครื่องต้มผงหลังอบ (กรัม)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำค่าที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. ผลการทดลอง

ผลการศึกษาคุณภาพของน้ำสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วงทั้ง 4 สิ่งทดลอง ในด้านค่าสี ค่าความเป็นกรดต่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด แสดงในตารางที่ 2 โดยน้ำสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วงจากอัตราส่วนของข้าวเหนียวลิ้มผั่วต่อไหมข้าวโพดสีม่วงทั้ง 4 สิ่งทดลองคือ 100:0, 95:5, 90:10 และ 85:15 ตามลำดับ มีค่าสี L* และค่าสี a* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนค่าสี b* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ค่าสี L* และค่าสี a* ของน้ำสกัดทั้ง 4 สิ่งทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนที่มีการใช้ไหมข้าวโพดสีม่วงเพิ่มขึ้น ดังนั้นการใช้อัตราส่วนของไหมข้าวโพดสีม่วงมากขึ้นทำให้น้ำสกัดที่ได้มีความสว่างมากขึ้นซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับลักษณะปรากฏภายนอกคือมีสีม่วงเข้ม ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วงทั้ง 4 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วงทั้ง 4 สิ่งทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยทั้ง 4 สิ่งทดลองมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 3.86-3.97 °Brix น้ำสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วงทั้ง 4 สิ่งทดลองมีค่าความเป็นกรดต่างในช่วง 7.39-7.72 ค่าความเป็นกรดต่างเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแอนโทไซยานินจะมีโครงสร้างที่แตกต่างออกไปตามค่าความเป็นกรดต่าง ผลจากการวิจัยน้ำสกัดที่ได้มีค่าความเป็นกรดต่างในช่วง 7-8 ซึ่งเป็นช่วงความเป็นกรดต่างที่แอนโทไซยานินมีสีม่วงสอดคล้องกับลักษณะปรากฏภายนอกของสารสกัดและค่าสี L* a* b* ที่วิเคราะห์ได้คือน้ำสกัดจะมีสีม่วงเข้ม

ตารางที่ 2 ค่าสี ค่าความเป็นกรดต่างและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของน้ำสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผั่ว และไหมข้าวโพดสีม่วง

ข้าวเหนียวลิ้มผั่ว : ไหมข้าวโพดสีม่วง	ค่าสี			ความเป็น กรดต่าง	ค่าปริมาณ ของแข็งที่ละลาย ได้ทั้งหมด ^{ns} (°Brix)
	L ^{ns}	a ^{ns}	b		
100:0	13.30±1.78	1.07±1.05	14.73±1.53 ^a	7.67±0.01 ^b	3.97±0.06
95:5	15.30±2.46	1.07±0.40	10.00±3.34 ^{ab}	7.72±0.02 ^a	3.93±0.12
90:10	14.07±0.86	1.53±1.91	7.30±1.13 ^b	7.53±0.02 ^c	3.97±0.06
85:15	18.47±9.06	1.50±1.87	14.93±1.01 ^a	7.39±0.01 ^d	3.86±0.06

*ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P ≤ 0.05)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

จากตารางที่ 3 อัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวลิ้มผั่วต่อไหมข้าวโพดสีม่วงที่ 85:15 มีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงสุดมีค่าเท่ากับ 11.53 mg/L ส่วนสิ่งทดลองที่ใช้ข้าวเหนียวลิ้มผั่วต่อไหมข้าวโพดสีม่วง 100:0 และ 95:5 นั้นมีปริมาณแอนโทไซยานินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในน้ำสกัดเครื่องดื่มจากข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วง พบว่ามีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วง 73.17 – 84.99% และมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดในสิ่งทดลองที่ใช้อัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวลิ้มผั่วต่อไหมข้าวโพดสีม่วงที่ 85:15 โดยมีค่าเท่ากับ 84.99% ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วงมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับค่าแอนโทไซยานิน สิ่งทดลองที่มีการใช้อัตราส่วนของไหมข้าวโพดเพิ่มมากขึ้นน้ำสกัดที่ได้มีแนวโน้มมีปริมาณแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3 ปริมาณสารแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ(DPPH) ของน้ำสกัดข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วง

ข้าวเหนียวลิ้มผั่ว : ไหมข้าวโพดสีม่วง	แอนโทไซยานิน (mg/L)	ความสามารถในการต้าน อนุมูลอิสระ (DPPH) (%)
100:0	1.34 ± 0.16c	73.17 ± 1.05a
95:5	2.12 ± 0.36c	75.76 ± 1.87ab
90:10	4.01 ± 0.20b	78.35 ± 1.91b
85:15	11.53 ± 0.96a	84.99 ± 0.40c

*ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P ≤ 0.05)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

ดังนั้นเมื่อพิจารณาปริมาณสารแอนโทไซยานิน ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) ค่าสี ค่าความเป็นกรดต่าง และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของทั้ง 4 สิ่งทดลอง พบว่าอัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวลิ้มผั่วต่อไหมข้าวโพดสีม่วงที่ 85:15 มีปริมาณแอนโทไซยานินและมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) มากที่สุด จึงใช้น้ำสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วงที่ใช้อัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวลิ้มผั่วต่อไหมข้าวโพดสีม่วงที่ 85:15 ในกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อแปรรูปน้ำสกัดให้เป็นเครื่องดื่มต่อไป

ตารางที่ 4 ค่าสีของเครื่องดื่มข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วง

ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน	ค่าสี		
	L*	a*	b*
5%w/w	58.85±0.11 ^c	9.92±0.01 ^a	1.88±0.03 ^c
15%w/w	62.82±0.05 ^b	8.66±0.01 ^b	2.42±0.04 ^a
25%w/w	68.76±0.04 ^a	7.27±0.01 ^c	2.35±0.04 ^b

*ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P ≤ 0.05)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

ในกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยนี้จะศึกษาผลของปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่มีต่อคุณภาพของเครื่องดื่ม โดยผันแปรปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่ 5, 15 และ 25%w/w ตามลำดับ จากตารางที่ 4 ค่าสี L* ค่าสี a* ค่าสี b* ของเครื่องดื่มทั้ง 3 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเมื่อเพิ่มปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินค่าความสว่างของเครื่องดื่มที่แสดงในเทอมของค่า L* มีค่าเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับค่าสี b* ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน ส่วนค่าสี a* มีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้มอลโทเด็กซ์ทรินในปริมาณเพิ่มขึ้น การใช้มอลโทเด็กซ์ทรินในปริมาณที่สูงขึ้นจะทำให้สีของเครื่องดื่มมีความสว่างมากขึ้นมีความเข้มของสีลดลง

ตารางที่ 5 ค่า Aw ค่าความชื้น ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่าความเป็นกรดต่างของเครื่องดื่มข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วง

ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน	Water Activity	ความชื้น (%)	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ^{ns} (°Brix)	ค่าความเป็นกรดต่าง
5%w/w	0.40±0.03 ^a	7.42±0.48 ^a	24.40±0.61	5.58±0.03
15%w/w	0.35±0.06 ^b	5.88±0.31 ^b	25.72±0.12	5.59±0.07
25%w/w	0.26±0.02 ^c	4.99±0.36 ^c	25.93±0.77	5.63±0.02

*ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P ≤ 0.05)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่าความชื้น ค่า Aw ของเครื่องต้มผงทั้ง 3 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากผลการวิจัยพบว่าค่าความชื้นของเครื่องต้มผงมีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้มอลโทเด็กซ์ทรินในปริมาณสูงขึ้น เนื่องจากมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นสารเคลือบที่มีความสามารถในการก่อก้อนได้เร็ว สามารถห่อหุ้มสารได้ดี และการใช้มอลโทเด็กซ์ทรินในปริมาณมากขึ้นจะทำให้ปริมาณของแข็งในสารสกัดมีค่าเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำเริ่มต้นของสารสกัดลดลงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ผงที่ได้มีความชื้นลดลง เช่นเดียวกับค่า Aw ของทั้ง 3 สิ่งทดลองที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้มอลโทเด็กซ์ทรินในปริมาณเพิ่มขึ้น สิ่งทดลองทั้ง 3 ตัวอย่างมีค่า Aw อยู่ในช่วง 0.26-0.40 โดยสิ่งทดลองที่ใช้มอลโทเด็กซ์ทริน 5%w/w มีค่า Aw สูงสุด อย่างไรก็ตามทั้ง 3 สิ่งทดลองมีค่า Aw เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวกล้องผงขงต้ม มผช.1068/2558 คือไม่เกิน 0.60 ส่วนค่าความเป็นกรดต่างและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของเครื่องต้มผงทั้ง 3 สิ่งทดลองนั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้ง 3 สิ่งทดลองมีค่าความเป็นกรดต่างระหว่าง 5.58-5.63 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่ใช้มากขึ้น

ตารางที่ 6 ปริมาณสารแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) ของเครื่องต้มผงข้าวเหนียวลิ้มผิวและไหมข้าวโพดสีม่วง

ปริมาณ มอลโท เด็กซ์ทริน	ความสามารถ ในการต้าน อนุมูลอิสระ (DPPH) (%)	ปริมาณ แอนโทไซยานิน (mg/L)	เปอร์เซ็นต์ที่ลดลง ของความสามารถ ในการต้านอนุมูล อิสระ	เปอร์เซ็นต์ที่ลดลง ของปริมาณ แอนโทไซยานิน
5%w/w	70.64±0.31 ^a	8.27±0.52 ^a	16.88±0.28 ^c	28.28±0.60 ^c
15%w/w	63.90±0.18 ^b	6.75±0.08 ^b	24.81±0.14 ^b	41.46±0.11 ^b
25%w/w	60.07±0.09 ^c	4.49±0.11 ^c	29.32±0.10 ^a	61.06±0.07 ^a

*ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

เครื่องต้มผงที่ได้หลังจากกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยแล้วนั้นมีปริมาณแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ(DPPH) ลดลงเมื่อเทียบกับปริมาณในน้ำสกัดโดยน้ำสกัดข้าวเหนียวลิ้มผิวต่อไหมข้าวโพดสีม่วงที่อัตราส่วนระหว่าง 85:15 มีปริมาณแอนโทไซยานิน 11.53 mg/L แต่เมื่อผ่านกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยปริมาณแอนโทไซยานินจะลดลงมีปริมาณระหว่าง 4.49-8.27 mg/L สิ่งทดลองที่ใช้ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่ 5%w/w จะมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุดที่ 8.27 mg/L และมีเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงของแอนโทไซยานิน 28.28% ส่วนการใช้มอลโทเด็กซ์ทริน 25%จะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของแอนโทไซยานินสูงที่สุดคือ 61.06% ดังนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินมากขึ้นจะส่งผลให้ค่าปริมาณแอนโทไซยานินในเครื่องต้มผง

ลดลง ส่วนค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเครื่องต้มผงหลังจากการทำแห้งแบบพ่นฝอยมีแนวโน้ม เช่นเดียวกับค่าปริมาณแอนโทไซยานินนั่นคือเมื่อใช้ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในเครื่องต้มผงมีค่าลดลงซึ่งทั้ง 3 สิ่งทดลองมีค่าความสามารถในการต้าน อนุมูลอิสระอยู่ระหว่าง 60.07-70.64% การใช้มอลโทเด็กซ์ทรินที่ 5% จะมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูล อิสระมากที่สุดเท่ากับ 70.64% และมีเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด เท่ากับ 16.88% ส่วนการใช้มอลโทเด็กซ์ทรินที่ 15% และ 25%w/w จะมีเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงของความสามารถ ในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่า โดยมีค่า 24.81% และ 29.32% ตามลำดับ

5. อภิปรายผลการทดลอง

การสกัดแอนโทไซยานินโดยใช้การนำเป็นตัวทำละลายนั้นเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถสกัดสาร แอนโทไซยานินออกมาได้และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคสูง เนื่องจากแอนโทไซยานินเป็นสารกลุ่ม ฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นรงควัตถุที่พบทั้งในดอกและในผลของพืช เป็นเม็ดสีที่ละลายน้ำได้ และมีฤทธิ์เป็นสารต้าน อนุมูลอิสระแต่การใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูปนั้นทำให้เกิดการสลายตัวของรงควัตถุซึ่งมีผลโดยตรงต่อ ค่าสี ทั้งยังส่งผลต่อปริมาณแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

ในงานวิจัยนี้ น้ำสกัดข้าวเหนียวลิ้มผัวและไหมข้าวโพดสีม่วงมีค่าความเป็นกรดต่าง 7.39-7.72 ซึ่งแอนโทไซยานินมีโครงสร้างที่แตกต่างออกไปตามค่าความเป็นกรดต่างจึงมีความสัมพันธ์กับค่าสีของน้ำสกัด ข้าวเหนียวลิ้มผัวและไหมข้าวโพดสีม่วงโดยที่ค่าความเป็นกรดต่างในช่วง 7-8 จะทำให้เกิดการสลายตัวของ แอนโทไซยานินกลายเป็นสารในกลุ่มอัลดีไฮด์ กรดฟีนอลิก โคควิโนน หรือสารประกอบฟีนอลิกอื่น ๆ ทำให้เกิดสี ของสารสกัดเป็นสีม่วง (นราพร พรหมไกรวรร, 2558) ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำสกัดข้าว เหนียวลิ้มผัวและไหมข้าวโพดสีม่วงมีค่าระหว่าง 3.97-4.93 °Brix สอดคล้องกับงานวิจัยการผลิตเครื่องดื่มเพื่อ สุขภาพจากข้าวหอมนิลที่พบว่าเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวหอมนิลที่อัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งข้าวต่อน้ำ คือ 1:30 มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำ 4-6 °Brix ค่าพีเอช มีค่าเท่ากับ 6.71 (จุฑามาศ ธีระสาโรช และ เฉลิมพล ถนนวงค์, 2558)

น้ำสกัดข้าวเหนียวลิ้มผัวและไหมข้าวโพดสีม่วงที่ได้จากงานวิจัยนี้มีปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นและ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นเมื่อใช้สัดส่วนของไหมข้าวโพดมากขึ้นจากการวิจัยได้ค่าปริมาณแอน โทไซยานินระหว่าง 1.34-11.53 mg/L และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วง 73.17-84.9% โดยทั้งในข้าวเหนียวลิ้มผัวที่เป็นข้าวที่มีสี และไหมข้าวโพดสีม่วงจัดเป็นแหล่งของสารแอนโทไซยานิน ไหมข้าวโพดสีม่วงจัดได้ว่าเป็นวัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูง ในไหมของข้าวโพด พันธุ์ข้าวเหนียวกามีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงที่สุดเมื่อเทียบกับส่วนอื่นๆของข้าวโพด โดยในไหมข้าวโพด มีแอนโทไซยานินเท่ากับ 28.62 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของตัวอย่าง (สกุณกานต์ สิมลา และอรุณทิพย์ เหมะธูลิน, 2559) เช่นเดียวกับกับงานวิจัยของ อรุณทิพย์ เหมะธูลิน (2556) ซึ่งรายงานว่าส่วนของไหมข้าวโพดสีม่วงจัดว่า เป็นแหล่งของพืชที่มีสารแอนโทไซยานินสูงโดยในส่วนของไหมข้าวโพดสีม่วงมีแอนโทไซยานินอยู่ระหว่าง 64.12-572.10 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แต่ปัจจุบันมิใช่ประโยชน์ของไหมข้าวโพดสีม่วงในอาหารไม่มากนัก เช่น มี

ไหมข้าวโพดหวานที่เหลือทิ้งจากกระบวนการอุตสาหกรรมแปรรูปข้าวโพดหวานกระป๋อง มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชาไหมข้าวโพด เป็นต้น แอนโทไซยานินนั้นจัดเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระอยู่ในกลุ่มของฟลาโวนอยด์ จากงานวิจัยนี้นอกจากไหมข้าวโพดสีม่วงจะเป็นแหล่งของสารแอนโทไซยานินแล้ว ข้าวเหนียวลิ้มผัวซึ่งเป็นข้าวสีพันธุ์พื้นเมืองก็เป็นแหล่งของสารแอนโทไซยานินเช่นกัน จากรายงานของสุรพงษ์ พินิจกลาง และรัชนิไสยประจง (2561) ที่สกัดแอนโทไซยานินจากข้าวหอมนิลด้วยน้ำกลั่นโดยใช้อัตราส่วนข้าวหอมนิล:น้ำเท่ากับ 1:2 (w/v) มีปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากับ 2.09 กรัม/กรัมข้าวหอมนิล และมีค่าการต้านอนุมูลอิสระด้วย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 72.34% เช่นเดียวกับงานวิจัยของพรพาชื่น ชูเชิด และคณะ (2560) รายงานว่าในข้าวเหนียวลิ้มผัวมีปริมาณแอนโทไซยานิน 38.70 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม สารแอนโทไซยานินในข้าวจะแสดงออกถึงเฉดสีต่างๆได้ถึง 4 ระดับ คือ colorless, rose red, pansy purple และ blackish red purple ขึ้นกับชนิดและปริมาณของสารที่สะสม ดังนั้นการใช้วัตถุดิบที่เป็นแหล่งของสารแอนโทไซยานินร่วมกันเช่นในงานวิจัยนี้ที่ใช้ข้าวเหนียวลิ้มผัวและไหมข้าวโพดสีม่วงร่วมกันจะช่วยเพิ่มปริมาณแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากขึ้นได้

งานวิจัยนี้ใช้กระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อแปรรูปน้ำสกัดให้เป็นเครื่องดื่มผงโดยใช้สารมอลโทเด็กซ์ทรินซึ่งเป็นสารกลุ่มโพลีแซคคาไรด์ที่สามารถให้รสหวานเล็กน้อย มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี นิยมใช้เป็นสารตัวพาในกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย การใช้มอลโทเด็กซ์ทรินจะเป็นการช่วยเพิ่มปริมาณค่าของแข็งที่ละลายได้ให้สูงกว่า 20% ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผัวและไหมข้าวโพดสีม่วงนั้นมีผลต่อค่าความชื้นหลังจากการทำแห้งโดยการพ่นฝอย โดยในน้ำสกัดต้องมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้พอเหมาะจึงจะทำให้ค่าของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในเครื่องดื่มผงเพิ่มขึ้นได้ จากงานวิจัยนี้พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของมอลโทเด็กซ์ทรินจะมีผลให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมีค่าที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย และการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของมอลโทเด็กซ์ทรินสูงขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณความชื้นของเครื่องดื่มผงมีค่าลดลงเพราะการใช้มอลโทเด็กซ์ทรินในกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยจะไปเพิ่มส่วนที่เป็นของแข็งทำให้น้ำสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผัวและไหมข้าวโพดสีม่วงมีความหนืดเพิ่มขึ้นและทำให้สัดส่วนน้ำในผลิตภัณฑ์ลดลง ดังนั้นเครื่องดื่มผงจากงานวิจัยนี้จึงมีค่าความชื้นและค่า Water activity ลดลงเมื่อใช้มอลโทเด็กซ์ทรินในปริมาณที่สูงขึ้น นอกจากนี้ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่ใช้ยังมีผลต่อค่าสีของเครื่องดื่มผงอีกด้วยโดยหากใช้ความเข้มข้นของมอลโทเด็กซ์ทรินสูงขึ้นส่งผลต่อค่าสี L^* จะมีค่าเพิ่มขึ้นหมายถึงสีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงมีแนวโน้มสว่างขึ้น

การใช้ความร้อนในกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยมีผลให้ปริมาณแอนโทไซยานินในเครื่องดื่มผงมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับปริมาณแอนโทไซยานินในน้ำสกัด ความคงตัวของแอนโทไซยานินนั้นขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น แสง อุณหภูมิ ออกซิเจน เป็นต้น เช่นเดียวกับค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มผงซึ่งหลังจากการทำแห้งแบบพ่นฝอยมีแนวโน้มลดลง การใช้มอลโทเด็กซ์ทรินในปริมาณมากขึ้นจะส่งผลให้มีส่วนประกอบของแข็งมากขึ้น แต่มีผลให้ปริมาณของแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มผงลดลง ผลิตภัณฑ์ในการทำแห้งแบบพ่นฝอยนั้นการใช้มอลโทเด็กซ์ทรินเป็นสารเคลือบในปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้ความหนาแน่นของเครื่องดื่มผงลดลง ขนาดของอนุภาคลดลงตามปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่เพิ่มขึ้น อนุภาคของเครื่องดื่มผงมีรูพรุนมากขึ้นซึ่งมีผลต่อความสามารถในการป้องกันการผ่านเข้าออกของก๊าซ และ

ความสามารถในการกักเก็บ และปกป้องสารสำคัญ หากเปรียบเทียบด้านประโยชน์ทางโภชนาการการรับประทานเครื่องดื่มจากข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดที่อยู่ในรูปของน้ำสกัดจะได้รับแอนโทไซยานินและสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการชงจากเครื่องดื่มผง แต่อย่างไรก็ตามการแปรรูปให้อยู่ในแบบผงมีข้อดีในด้านความสะดวกในการรับประทาน และในด้านอายุการเก็บรักษา ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Suravanichnirachorn et al. (2018) ที่รายงานว่า การใช้มอลโทเด็กซ์ทรินในการทำแห้งน้ำมะเมาะจาก 25% เพิ่มขึ้นเป็น 30% 35% เครื่องดื่มน้ำมะเมาะจะมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลงตามลำดับ เช่นเดียวกับการศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของกระเพาะผงที่พบว่า การใช้มอลโทเด็กซ์ทริน 10% ในการทำแห้งแบบพ่นฝอยจะมีค่าการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าการใช้มอลโทเด็กซ์ทริน 20% และ 30% (Sonthong et al., 2018) และในงานวิจัยที่ศึกษาการทำแห้งแบบพ่นฝอยผงซึ่งข้าวโพดสีม่วงพบว่า การใช้มอลโทเด็กซ์ทริน 7% เครื่องดื่มผงที่ได้จะมีปริมาณแอนโทไซยานิน 3.57 mg/g ในขณะที่การใช้มอลโทเด็กซ์ทริน 3% มีแอนโทไซยานิน 6.82 mg/g (อัญนันท์ ฤทธิมณี และอภิรดา พรปิ่นณวิชัย, 2561) จากผลการวิเคราะห์ทางด้านคุณภาพและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วงจัดเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระรวมถึงมีสารแอนโทไซยานินในเครื่องดื่ม อีกทั้งยังเป็นการใช้วัตถุดิบในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุดอีกด้วย

6. สรุป

การใช้อัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วง 85:15 น้ำสกัดที่ได้มีสีม่วงเข้มจากสารแอนโทไซยานิน มีปริมาณแอนโทไซยานิน 11.53 mg/L และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ 84.99% การใช้มอลโทเด็กซ์ทรินในการทำแห้งแบบพ่นฝอยที่ 5, 15 และ 25%w/w จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มมีลักษณะทางกายภาพที่ดีขึ้น ช่วยลดค่าความชื้นและค่าAwของเครื่องดื่มผง แต่การใช้มอลโทเด็กซ์ทรินในปริมาณที่มากขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวเหนียวลิ้มผั่วและไหมข้าวโพดสีม่วงมีค่าลดลง การใช้มอลโทเด็กซ์ทรินในการทำแห้งแบบพ่นฝอยที่ 5%w/w จะมีเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงของแอนโทไซยานินและเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด

7. เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. (ม.ป.ป.). *ข้าวเหนียวดำลิ้มผั่ว*. <https://www.thairicedb.com/rice-etail.php?id=24>
- คณิตนันท์ เอชัน, เบญจวรรณ ธรรมชนารักษ์, สุภาภรณ์ เลขวัตติ และ รัฐภรณ์ จำนงผล. (2557). ผลของสภาวะการอบแห้งแบบพ่นฝอยต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำตาลมะพร้าวผง. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 45(2)(พิเศษ), 493-496. <http://www.crdc.kmutt.ac.th/Data%202015/CRDC9/data/785-788.pdf>
- จินตน์กานต์ งามสุทธา. (2558). *ธัญพืชมากประโยชน์ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง*. <http://www.doa.go.th/pibai>

- จุฑามาศ ถิระสาโรช และ เฉลิมพล ถนอมวงศ์. (2558). การผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวหอมนิล. *วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 43(3), 395-402. http://scijournal.kku.ac.th/files/Vol_43_No_3_P_395-402.pdf
- ทัตดาว ภาษีผล, รัตนา ประทุม และ สุนิสา สุริยพันธ์. (2561). องค์ประกอบทางพฤกษเคมีและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากไหมข้าวโพดสองสี. *วารสารแก่นเกษตรฉบับพิเศษ*, 46(1), 1315-1320. <https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=P145%20Hor25.pdf&id=3188&keeptrack=1>
- ธัญนันท์ ฤทธิมณี และ อภิรดา พรปັນณวิญญ์. (2561). การเอนแคปซูเลชันแอนโทไซยานินจากซังข้าวโพดหวานสีม่วงด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอย. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 12(2), 169-180. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci/article/download/134671/105642/>
- นราพร พรหมไกรวร. (2558). การติดตามการเปลี่ยนแปลงของแอนโทไซยานินด้วยการวิเคราะห์ค่าสี. *วารสารอาหาร*, 4(2), 21-28. <http://158.108.94.117/Public/PUB0745.pdf>
- พรพาศน์ ขูชิต, ศิริพร เรียบร้อย คิม และ อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. (2560). การเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญในข้าวเหนียวดำ 6 สายพันธุ์. *Progress in Applied Science and Technology*, 7(2), 271-279. <http://www.sci.rmutt.ac.th/stj/index.php/stj/article/view/334/198>
- วิจิต เต็นดวงดี และ วรวรรณ สุบรรณม. (2557). การสกัดสารแอนโทไซยานินจากข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงด้วยวิธีคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤติ. ขอนแก่น: ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สกุลกานต์ สิมลา และ อรุณทิพย์ เหมะธูลิน. (2559). ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดใน 5 ชั้นส่วนของเชื้อพันธุ์กรรมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง. *วารสารแก่นเกษตร*, 44(2), 315-320. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj/article/view/250341>
- สุรพงษ์ พินิจกลาง และ รัชนี ไสยประจง (2561) การผลิตเครื่องดื่มซูเปอร์เบอรี่ที่มีสารสกัดแอนโทไซยานินจากข้าวหอมนิลบนพื้นฐานของการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 49(2) (พิเศษ), 25-28. <http://www.crdc.kmutt.ac.th/Data%202018/CRDC11/data/25-28.pdf>
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2558). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวกล้องงอกขงค้ม มผช. 1068/2558*. http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps1068_58.pdf
- อรุณทิพย์ เหมะธูลิน. (2556). *การประเมินปริมาณแอนโทไซยานินในเชื้อพันธุ์กรรมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2003). Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. *Biochemical Engineering Journal*, 14(3), 217-225. [https://doi.org/10.1016/S1369-703X\(02\)00221-8](https://doi.org/10.1016/S1369-703X(02)00221-8)

- Hasanudin, K., Hashim, P., & Mustafa, S. (2012). Corn silk (*Stigma maydis*) in healthcare: a phytochemical and pharmacological review. *Molecules*, 17(8), 9697- 9715. <https://doi.org/10.3390/molecules17089697>
- Sonthong, J., Kanitsatranont, K., & Niwat, C. (2018). Physicochemical properties and bioactive compound of holy basil powder from spray-dried encapsulation with maltodextrin and gum arabic. *The Journal of KMUTNB*. 28(2), 439- 452. <https://doi.org/10.14416/j.kmutnb.2018.03.012>
- Suravanichnirachorn, W., Haruthaithanasan, V., Suwonsichon, S., Sukatta, U., Maneeboon, T., & Chantrapornchai, W. (2018). Effect of carrier type and concentration on the properties, anthocyanins and antioxidant activity of freeze-dried mao [*Antidesma bunius* (L.) Spreng] powders. *Agriculture and Natural Resources*, 52(4), 354- 360. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2018.09.011>
- Yen, G. C. & Hsieh, C. L. (1997). Antioxidant effect of dopamine and related compounds. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*. 61(10), 1646-1649. <https://doi.org/10.1271/bbb.61.1646>