ผลของอุณหภูมิในการทำแห้งด้วยลมร้อนต่อสี คุณสมบัติด้านความหนืด และคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของแป้งมันเทศ

Effect of hot-air drying temperature on colo, pasting and antioxidant properties

สุดาทิพย์ อินทร์ชื่น[1*]

Sudathip Inchuen[1*]

บทคัดย่อ : มันเทศที่มีสีของเนื้อแตกต่างกัน 2 สี: สีเหลือง (สายพันธุ์ทีไอเอส-8250) และ สีส้ม (สายพันธุ์ห้วยสีทน)) นำมาทำแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 50, 60, 70 และ 80 ºC ศึกษาหาผลของอุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้ในการทำแห้งและสายพันธุ์ของมันเทศที่มีต่อค่าสี (Hunter L ab) คุณสมบัติด้านความหนืดและคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ(ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ) โดยใช้เครื่อง Rapid Visco-Analyser ในการทดสอบคุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteu ส่วนความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระทดสอบโดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activityและ Ferric reducing antioxidative power (FRAP) อุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้ในการทำแห้งมีผลต่อค่าสี คุณสมบัติด้านความหนืดและคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของแป้งจากมันเทศทั้ง 2 สายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งสูงขึ้นค่าความเป็นสีเหลือง (b) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแป้งมันเทศของทั้งสองสายพันธุ์จะมากขึ้น แป้งมันเทศสีส้มมีค่าความเป็นสีแดง (a) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าแป้งมันเทศสีเหลือง

คำสำคัญ: แป้งมันเทศ การทำแห้งด้วยลมร้อน คุณสมบัติด้านความหนืดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

AbstracT: Two different flesh color of sweet potatoes: yellow (TIS-8250) and orange (Huay-sriton) were dried with hot-air drying at temperature of 50, 60, 70 and 80 °C. The color (Hunter Lab), pasting andantioxidant properties (Total phenolic content and antioxidant activity) of sweet potato flours as a result of the drying temperature and the genotype of sweet potato were investigated.The pasting properties of the sweet potato flours were determined using Rapid Visco-Analyser.The Folin-Ciocalteu method was used to determine total phenolic content, while 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity and Ferric reducing antioxidative power (FRAP) assays were used to elucidate antioxidant activities. The drying air temperatures showed significant effects on the color, pastingand

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคามต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม

Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Khamriang Dub-District, Kantarawichai District, MahaSarakham, 44150, Thailand

*Corresponding author: sudathip4@hotmail.com

antioxidant properties of the flours from both yellow- and orange-fleshed sweet potatoes (P<0.05).The drying air temperature increase,the yellowness value (b), the total phenolic content and antioxidant activities significantly increased for both genotypes.The orange-fleshed sweet potato flour had higher the redness value (a), the total phenolic content and antioxidant activities than the yellow sweet potato.

Keywords: sweet potato flour, hot-air drying, pasting property and antioxidant activity

บทนำ

มันเทศ (sweet potato) เป็นพืชที่เจริญเติบโตและให้ผลผลิตของหัวค่อนข้างสูงในสภาพดินฟ้าอากาศในประเทศไทยและสามารถที่จะปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย โดยแหล่งปลูกมันเทศเพื่อการค้าที่สำคัญของไทยอยู่ที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย พิษณุโลก เพชรบูรณ์ พิจิตร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น นครราชสีมา บุรีรัมย์ เลย สุรินทร์ อุดรธานี อุบลราชธานี ตราด ระยอง สระแก้ว ราชบุรี นครปฐม สุพรรณบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ปัตตานี สงขลา สุราษฎร์ธานี และพัทลุง ในหัวมันเทศสดมีองค์ประกอบหลักเป็นน้ำและคาร์โบไฮเดรต โดยมีน้ำ 60-70% และ คาร์โบไฮเดรต 25-30% นอกจากนี้ยังพบโปรตีน 1.6-2.0%, ไขมัน 0.3-0.7 %, เถ้า 1.0% และสารที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่พบและเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งในมันเทศคือ สารแอนตี้ออกซิแดนท์ (antioxidant) เช่น β-carotene, polyphenols และ ascorbic acid (Ahmed et al., 2010) การบริโภคมันเทศในประเทศไทยนิยมรับประทานทั้งหัวโดยการนึ่ง หรือเผา และประกอบเป็นอาหารคาวหวาน เนื่องจากหัวมันเทศมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่สูงจึงเกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย ไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ดังนั้นเพื่อเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาและเพื่อเป็นการนำมันเทศไปใช้ประโยชน์ให้หลากหลายมากขึ้น จึงมีการแปรรูปมันเทศให้เป็นแป้ง โดยเฉพาะในต่างประเทศ เช่น ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ฟิลิปปินส์ อเมริกาใต้ และในบางประเทศมีการผลิตแป้งมันเทศในระดับอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในประเทศจีนตอนกลางมีการผลิตแป้งมันเทศมากที่สุดในโลก (ประมาณว่ามีการผลิตมากกว่า 1 ล้านตันต่อปี) ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ทำเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวมันเทศ ใช้แป้งมันเทศสำหรับการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอบ ใช้เป็นส่วนผสมอาหารเด็ก ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตแอลกอฮอลล์และสุรา ตลอดจนใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตอาหารว่าง และขนมขบเคี้ยวประเภทต่างๆ (Pangloli et al., 2000; Mais and Brennan, 2008)

การทำแห้งมันเทศก่อนที่จะนำไปบดเป็นแป้งนั้นโดยทั่วไปจะใช้ลมร้อนเนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและเครื่องมือมีราคาไม่แพง จึงทำให้ค่าดำเนินการในการผลิตไม่สูง แต่เนื่องจากการทำแห้งด้วยลมร้อนนั้นต้องใช้ระยะเวลาในการทำแห้งนานและอาจต้องใช้อุณหภูมิค่อนข้างสูงเพื่อลดระยะเวลาในการทำแห้ง ดังนั้นจึงมีผลทำให้คุณภาพของแป้งในด้านต่างๆเกิดความเสียหายได้ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของสี คุณสมบัติด้านความหนืดและคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของแป้งก็เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ด้วยเช่นกัน (Shih et al., 2009) ซึ่งมีผลต่อเนื่องถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีการนำแป้งไปใช้ด้วย ดังนั้นจึงสนใจที่จะศึกษาผลของอุณหภูมิในการทำแห้งด้วยลมร้อนต่อสี คุณสมบัติด้านความหนืด และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด รวมทั้งความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแป้งมันเทศเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาเลือกอุณหภูมิในการทำแห้งที่เหมาะสมในการผลิตแป้งมันเทศที่มีคุณภาพต่อไป

วิธีการศึกษา

วัตถุดิบ

มันเทศสายพันธุ์ทีไอเอส-8250 (เปลือกสีน้ำตาลอ่อนและเนื้อสีเหลือง) และห้วยสีทน (เปลือกสีน้ำตาลอ่อนและเนื้อสีส้ม) ซื้อจากตลาดสดจังหวัดมหาสารคามมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวประมาณ 150-200 กรัม

การเตรียมแป้งมันเทศ

วิธีการเตรียมตัวอย่างแป้งมันเทศดัดแปลงมาจาก Yadav et al. (2006) และ Krishnan et al. (2010) โดยนำหัวมันเทศมาล้างเพื่อทำความสะอาดผิวด้านนอกแล้วหั่นเป็นลูกเต๋าขนาด 1 X 1 X 1 cm^3 แช่ด้วยสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 0.01% นาน1 ชั่วโมง โดยใช้สัดส่วนระหว่างมันเทศและสารละลายกรดซิตริกเป็น 1:10 ซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชูและแบ่งตัวอย่างมันเทศที่เตรียมได้ออกเป็น 4 ส่วน ส่วนละ 100 กรัม นำแต่ละส่วนไปทำให้ด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50, 60, 70 และ 80 ºC จนมีความชื้นสุดท้าย 8% (wb.) บดให้ละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ นำตัวอย่างแป้งมันเทศที่ได้ไปวัดค่าสี ทดสอบคุณสมบัติด้านความหนืด และคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ

การวัดสีของแป้งมันเทศ

วัดสีแป้งมันเทศด้วยเครื่องวัดสี (Minolta CR300, Japan) รายงานผลเป็นค่าสีในระบบ Hunter L a b โดยมีค่า L คือค่าความสว่าง (lightness) มีค่าตั้งแต่ 0 (สีดำ) จนถึง 100 (สีขาว) ค่า +a หมายถึง ความเป็นสีแดง (redness) ค่า–a หมายถึงความเป็นสีเขียว (greenness) ค่า +b หมายถึงความเป็นสีเหลือง (yellowness) และ -b หมายถึงความเป็นสีน้ำเงิน (blueness)

การทดสอบคุณสมบัติด้านความหนืด

การทดสอบคุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งมันเทศด้วยเครื่อง Rapid Visco-Analyser (Model Super 3, Newport Scientific PVt Ltd., Australia) ดัดแปลงวิธีมาจากYadavet al. (2006) โดยใช้ตัวอย่างแป้ง3 กรัม (db.)ผสมกับน้ำกลั่น 25 มิลิลิตร โดยมีสภาวะในการทดสอบดังนี้ อุณหภูมิเริ่มต้นในการทดสอบ 50 °C เพิ่มอุณหภูมิจาก 50 ถึง 95 °C โดยใช้อัตราในการให้ความร้อน 6 °C/min คงไว้ที่อุณหภูมิ 95 °C นาน 5 นาที หลังจากนั้นลดอุณหภูมิลงจนถึง50°C ในอัตรา 6 °C/minคงไว้ที่อุณหภูมิ 50 °C นาน 2นาที และรายงานผลเป็นค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity, RVU) ความแตกต่างระหว่างความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด (breakdown, RVU) ความหนืดสุดท้ายของการทดลอง (final viscosity, RVU) ความแตกต่างระหว่างความหนืดสุดท้ายและความหนืดต่ำสุด (setback, RVU) เวลาที่เกิดความหนืดสูงสุด (peak time, min) อุณหภูมิที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงความหนืด (pasting temperature,°C)

การเตรียมสารสกัด

วิธีการสกัดตัวอย่างแป้งมันเทศเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดัดแปลงวิธีมาจาก Huang et al. (2006) โดยใช้ตัวอย่างแป้งมันเทศ 1 กรัม (db.)ผสมกับเมทานอล80%25 มิลลิลิตร เขย่าสกัดที่ความเร็วรอบ 120 rpmเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นนำของผสมไปเหวี่ยงแยกด้วยเครื่อง centrifuge ด้วยความเร็วรอบ 6,000 rpm นาน 10 นาที ที่อุณหภูมิ 4°C เทส่วนใสเก็บไว้ในขวดสีชา

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content, TPC)

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดใช้วิธีที่รายงานโดย Huang et al. (2006) โดยสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจะทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteureagent เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน ซึ่งสามารถติดตามโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 730 นาโนเมตร และใช้กรดแกลลิกเป็นสารประกอบฟีนอลิกมาตรฐาน รายงานผลเป็น mg Gallic acid equivalent/g dry matter

การทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

DPPH (DPPH radical scavenging activity, DPPH)

การทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ตามวิธีที่รายงานโดย Huang et al. (2006) โดยวิธีนี้ใช้สารละลายอนุมูลอิสระ2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH)ซึ่งมีสีม่วงแดง ดูดกลืนแสงได้ที่ 517 นาโนเมตร ในกรณีที่ตัวอย่างสารสกัดที่มีความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระได้ดี จะทำให้สีม่วงแดงของสารละลาย DPPH จางลงได้มากกว่าตัวอย่างสารสกัดที่มีความสามารถในการทำลายอนมูลอิสระได้น้อย เปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH กับสารมาตรฐานTrolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetrametry chroman-2 carboxylic acid) และรายงานผลเป็น mg Trolox equivalent/g dry matter

การทดสอบความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก (Ferric Reducing Antioxidative Power, FRAP)

การทดสอบความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริกตามวิธีที่รายงานโดย Benzie and Strain (1996) โดยวิธีนี้ใช้สารประกอบเชิงซ้อนของเหล็ก Fe^{3+}-TPTZ (ferric tripyridyltriazine) เป็นสารทดสอบ โดยอะตอมเหล็กในสารนี้จะถูกรีดิวซ์ด้วยตัวอย่างสารสกัด ได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนของเหล็กเฟอรัสFe^{2+}-TPTZ ซึ่งมีสีน้ำเงินดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร เปรียบเทียบความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกกับสารมาตรฐาน Trolox และรายงานผลเป็น mg Trolox equivalent/g dry matter

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบแผนงานทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completed randomized design, CRD) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistic Package for the Social Science (SPSS) Version 11 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างอุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้ง 4 ระดับด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสายพันธุ์มันเทศ 2 สายพันธุ์ ด้วยวิธี Independent-Samples T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษาและวิจารณ์

มันเทศเนื้อสีเหลืองสายพันธุ์ทีไอเอส-8250 และมันเทศเนื้อสีส้มสายพันธุ์ห้วยสีทนนำมาทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50, 60, 70 และ 80 °C พบว่าสายพันธุ์ของมันเทศไม่มีผลต่อระยะเวลาในการทำแห้งและเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้งลดลง โดยการทำแห้งที่อุณหภูมิ 50, 60, 70 และ 80 °C ต้องใช้ระยะเวลาในการทำแห้งเพื่อให้ความชื้นของมันเทศลดลงจาก 79% (wb.) เป็น 8% (wb.) นาน 180, 160, 140 และ 130 นาทีตามลำดับ

ผลของอุณหภูมิในการทำแห้งด้วยลมร้อนต่อสีของแป้งมันเทศ

อุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งมีผลต่อสีของแป้งมันเทศเนื้อสีเหลืองสายพันธุ์ทีไอเอส-8250และแป้งมันเทศเนื้อสีส้มสายพันธุ์ห้วยสีทนรายงานในรูปค่าสี Hunter Lab อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$)แสดงใน **Table 1** ผลของอุณหภูมิในการทำแห้งที่มีต่อค่าสีของแป้งมันเทศจะแตกต่างกันตามสายพันธุ์ของมันเทศ โดยแป้งมันเทศเนื้อสีเหลืองสายพันธุ์ทีไอเอส-8250 จะมีค่าสี Lab อยู่ในช่วง 74.94-77.24, -0.37-2.02 และ 25.34-29.88 ตามลำดับ แป้งมันเทศที่ทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 ºC มีค่าความสว่าง (L) สูงกว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 80 ºC ส่วนค่าความเป็นสีแดง (a) พบว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 ºC แป้งที่ได้มีค่าความเป็นสีแดงมากที่สุด รองลงมาคือ การทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 ºCตามลำดับในขณะที่การทำแห้งที่ 80 ºC แป้งมันเทศที่ได้มีค่า a เป็นลบ แสดงว่าแป้งมันเทศจะมีสีออกโทนเขียว และค่าความเป็นสีเหลือง(b)ของแป้งมันเทศจะมีค่ามากขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งเพิ่มสูงขึ้นเมื่อพิจารณาแป้งมันเทศเนื้อสีส้มสายพันธุ์ห้วยสีทนมีค่า L, aและb อยู่ในช่วง 73.08-76.41, 1.64-

7.10 และ 23.32-31.26 ตามลำดับพบว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 60 ºC แป้งที่ได้มีค่าความสว่าง (L) มากกว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิ 80 และ 70 ºC ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดง (a) จะน้อยลงขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งเพิ่มสูงขึ้น ตรงกันข้ามกับค่าความเป็นสีเหลือง (b) ของแป้งจะมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งเพิ่มสูงขึ้น

เนื่องจากมันเทศที่ใช้เป็นวัตถุดิบมีสีของเนื้อที่แตกต่างกันมีผลทำให้แป้งมันเทศที่ได้มีสีที่แตกต่างกันไปด้วย โดยเฉพาะค่าความเป็นสีแดง (a) โดยแป้งมันเทศเนื้อสีส้มสายพันธุ์ห้วยสีทนจะมีค่าความเป็นสีแดงสูงกว่าแป้งมันเทศเนื้อสีเหลืองสายพันธุ์ทีไอเอส-8250 ในขณะที่ค่าความสว่าง (L) ของแป้งมันเทศทั้งสองสายพันธุ์ไม่แตกต่างกันมากนักยกเว้นการทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 ºC แป้งมันเทศเนื้อสีส้มสายพันธุ์ทีไอเอส-8250 มีค่าความสว่างมากกว่าแป้งมันเทศเนื้อสีส้มสายพันธุ์ห้วยสีทน ส่วนค่าความเป็นสีเหลือง (b) พบว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 80 ºC ค่าความเป็นสีเหลืองของแป้งมันเทศทั้งสองสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แป้งมันเทศเนื้อสีเหลืองสายพันธุ์ทีไอเอส-8250 จะมีค่าความเป็นสีเหลืองมากกว่าแป้งมันเทศเนื้อสีส้มสายพันธุ์ห้วยสีทนเมื่อทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 ºC แต่จะมีค่าความเป็นสีเหลืองน้อยกว่าเมื่อทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 ºC

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสีของแป้งมันเทศที่ได้จะขึ้นอยู่กับสีของเนื้อมันเทศที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแป้งซึ่งมีผลโดยตรงมาจากชนิดและปริมาณของเม็ดสีที่เป็นองค์ประกอบในแป้งมันเทศ โดยมันเทศเนื้อสีเหลืองและสีส้มจะมีองค์ประกอบของเม็ดสีส่วนใหญ่เป็นβ-carotene มันเทศสายพันธุ์เนื้อสีส้มจะมีปริมาณ β-carotene มากกว่ามันเทศที่มีเนื้อสีเหลือง (Shih et al., 2009) นอกจากนี้ปริมาณ β-caroteneยังขึ้นอยู่กับ ความแก่-อ่อน อายุการเก็บเกี่ยว สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ และการเพาะปลูกมันเทศ(Ahmed et al., 2010)รวมทั้งกระบวนการทำแห้งก็ยังมีผลต่อปริมาณเม็ดสีดังกล่าวด้วย โดยวิธีการทำแห้งและอุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งจะมีผลต่อปริมาณการสูญเสียของβ-carotene (Bechoff et al., 2009; Yang et al., 2010)

ผลของอุณหภูมิในการทำแห้งด้วยลมร้อนต่อคุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งมันเทศ

ผลของอุณหภูมิในการทำแห้งที่มีต่อคุณสมบัติทางด้านความหนืดของแป้งมันเทศทั้ง 2 สายพันธ์ เมื่อทดสอบด้วยเครื่อง Rapid Visco-Analyser รายงานผลเป็นค่า peak viscosity, breakdown, final viscosity, setback, pasting time และ pasting temperatureแสดงใน **Table 2** พบว่า อุณหภูมิที่ใช้การทำแห้งมันเทศมีผลทำให้คุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)โดยแป้งมันเทศเนื้อสีเหลืองสายพันธุ์ทีไอเอส-8250 เมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่า final viscosity, setback, pasting time และ pasting temperatureมากขึ้น ในขณะที่ค่า breakdown ลดลง ส่วนค่า peak viscosity จะมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งเพิ่มขึ้นจาก 50 เป็น 70 ºCและจะลดลงอีกเมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งเพิ่มขึ้นเป็น 80 ºCและเมื่อพิจารณาแป้งมันเทศเนื้อสีส้มสายพันธุ์ห้วยสีทน พบว่าค่า pasting time และ pasting temperature จะมีค่ามากขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งเพิ่มขึ้นจาก 50 ºCเป็น 80 ºC ในขณะที่ค่า breakdown จะลดลง ส่วนค่า peak viscosity, final viscosity และ setback มีค่ามากขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งเพิ่มขึ้นจาก 50 เป็น 70 ºC และมีค่าต่ำที่สุดเมื่อทำแห้งที่อุณหภูมิ 80 ºC

นอกจากอุณหภูมิในการทำแห้งจะมีผลต่อคุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งแล้วสายพันธุ์ของมันเทศก็มีผลต่อคุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งเช่นกัน โดยแป้งมันเทศเนื้อสีส้มสายพันธุ์ห้วยสีทนเมื่อทำแห้งที่อุณหภูมิ 50-70 ºC มีค่า peak viscosity, breakdown, final viscosity และ setback มากกว่าแป้งมันเทศเนื้อสีเหลืองสายพันธุ์ทีไอเอส-8250 แต่เมื่อทำแห้งที่อุณหภูมิ 80 ºC กลับพบว่าแป้งมันเทศเนื้อสีเหลืองสายพันธุ์ทีไอเอส-8250 มีค่ามากกว่าแป้งมันเทศเนื้อสีส้มสายพันธุ์

ห้วยสีทน ในขณะที่ค่า pasting time และ pasting temperature ของแป้งทั้งสองมีค่าใกล้กัน

ผลของอุณหภูมิในการทำแห้งด้วยลมร้อนต่อคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของแป้งมันเทศ

อุณหภูมิในการทำแห้งมีผลต่อคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของแป้งมันเทศทั้ง 2 สายพันธุ์เมื่อสกัดด้วยเมทานอล80% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงใน **Table 3** เมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งเพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้ค่า TPC, DPPH และ FRAP มากขึ้น โดยแป้งมันเทศเนื้อสีส้มสายพันธุ์ห้วยสีทนจะมีค่า TPC, DPPH และ FRAP มากกว่าแป้งมันเทศเนื้อสีเหลืองสายพันธุ์ทีไอเอส-8250 ยกเว้นการทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 °C ค่าDPPH ของแป้งมันเทศทั้งสองสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับรายงานของ Shih et al. (2009) ที่พบว่าตัวอย่างมันเทศเนื้อสีส้มที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก β-carotene และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่ามันเทศเนื้อสีเหลือง

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH และ FRAP) จะแปรผันตรงตามปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) โดยทั่วไปนอกจากปริมาณฟีนอลิกจะมีผลต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระแล้ว โครงสร้างของโมเลกุลของสารต้านอนุมูลอิสระก็มีผลต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเช่นกัน (Huang et al., 2006; Yang et al., 2010) การเพิ่มขึ้นของปริมาณ TPC เมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งเพิ่มขึ้นอาจเนื่องจากปริมาณความร้อนที่มันเทศได้รับในระหว่างการทำแห้งมีผลทำให้เซลล์ของหัวมันเทศเกิดความเสียหายหรือแตกออก การสกัดสารฟีนอลิกจึงทำให้ได้ง่ายและทั่วถึงมากขึ้น (Shih et al., 2009)

สรุป

เมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้งมันเทศเนื้อสีเหลืองสายพันธุ์ทีไอไอส-8250 และมันเทศเนื้อสีส้มสายพันธุ์ห้วยสีทนลดลง โดยการทำแห้งที่อุณหภูมิ 50, 60, 70 และ 80 °C ต้องใช้ระยะเวลาในการทำแห้งนาน 180, 160, 140 และ 130 นาทีตามลำดับและอุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งที่เพิ่มขึ้นยังมีผลต่อค่าสี Lab คุณสมบัติด้านความหนืด และคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยค่าความเป็นสีเหลือง (b) คุณสมบัติด้านความหนืดได้แก่ pasting time และ pasting temperature ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแป้งมันเทศทั้งสองสายพันธุ์จะมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งเพิ่มขึ้นแป้งมันเทศเนื้อสีส้มสายพันธุ์ห้วยสีทนมีค่าความเป็นสีแดง (a)ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและคุณสมบัติด้านความหนืดเมื่อทำแห้งที่อุณหภูมิ 50-70 ºC สูงกว่าแป้งมันเทศเนื้อสีเหลืองสายพันธุ์ทีไอเอส-8250

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย และขอขอบคุณ นางสาวมลฤทัย เจียรรัมย์ นายอนุสิทธิ์ เทพวงศา และนายยุทธพงษ์ แก้วพาดี นิสิตปริญญาตรีภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ที่ช่วยเตรียมตัวอย่างแป้งมันเทศเพื่อทำการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Ahmed, M., S. Akter, and J.B. Eun. 2010. Peeling, drying temperatures, and sulphite-treatment affect physicochemical properties and nutritional quality of sweet potato flour. Food Chemistry 121:112–118.

Table 1. Hunter color value of sweet potato flours

Sweet potato	Temperature	Color [1/]		
	(°C)	L	a	b
TIS-8250	50	$_{NS}$77.13±0.04^{a}	$_{B}$1.45±0.03^{b}	$_{A}$25.34±0.09^{c}
(Yellow-fleshed	60	$_{NS}$75.96±0.03^{b}	$_{B}$2.02±0.04^{a}	$_{NS}$25.70±0.32^{bc}
sweet potato)	70	$_{A}$77.24±0.27^{a}	$_{B}$0.96±0.03^{c}	$_{B}$26.26±0.40^{b}
	80	$_{NS}$74.94±0.58^{b}	$_{B}$-0.37±0.01^{d}	$_{NS}$29.88±0.14^{a}
Hoy-sriton	50	$_{NS}$76.41±0.14^{a}	$_{A}$7.10±0.51^{a}	$_{B}$23.32±0.24^{d}
(Orange-fleshed	60	$_{NS}$75.78±0.25^{a}	$_{A}$5.63±0.08^{b}	$_{NS}$25.33±0.13^{c}
sweet potato)	70	$_{B}$73.08±0.18^{c}	$_{A}$1.64±0.06^{c}	$_{A}$30.03±0.08^{b}
	80	$_{NS}$73.83±0.24^{b}	$_{A}$2.37±0.07^{c}	$_{NS}$31.26±0.47^{a}

$_{AB}$Mean in a column of the same drying temperature with different capital letters are significant different (P<0.05).

^{abcd}Mean in a column of the same genotype of sweet potato with different small letters are significant different (P<0.05).

$_{NS}$and ^{ns}Nonsignificant different. [1/]Each value is expressed as the mean ± standard error of mean.

Table 2. Pasting properties[1/] of sweet potato flours

Sweet potato	Temp.	Peak viscosity	Breakdown	Final viscosity	Setback	Pasting time	Pasting temp.
	(°C)	(RVU)	(RVU)	(RVU	(RVU)	(min)	(°C)
TIS-8250	50	$_{B}$68.28±0.34^{d}	$_{B}$10.56±0.24^{a}	$_{B}$68.08±0.25^{c}	$_{B}$10.36±0.20^{b}	$_{NS}$4.58±0.05^{c}	$_{NS}$79.12±0.02^{b}
(Yellow-	60	$_{B}$76.56±0.18^{c}	$_{B}$8.30±0.17^{b}	$_{B}$79.42±0.26^{b}	$_{B}$11.17±0.46^{b}	$_{NS}$5.26±0.07^{b}	$_{NS}$80.45±0.75^{ab}
fleshed	70	$_{B}$87.89±0.40^{a}	$_{B}$7.05±0.17^{c}	$_{B}$97.86±0.80^{a}	$_{B}$17.03±0.51^{a}	$_{B}$5.35±0.09^{b}	$_{NS}$79.90±0.03^{b}
sweet	80	$_{A}$83.78±0.41^{b}	$_{A}$2.00±0.21^{d}	$_{A}$98.42±0.32^{a}	$_{A}$16.64±0.35^{a}	$_{NS}$6.29±0.16^{a}	$_{NS}$81.28±0.29^{a}
potato)							
Hoy-sriton	50	$_{A}$79.94±0.35^{c}	$_{A}$14.00±0.50^{a}	$_{A}$80.22±0.30^{c}	$_{A}$14.28±0.46^{c}	$_{NS}$4.33±0.10^{d}	$_{NS}$78.32±0.45^{b}
(Orange-	60	$_{A}$91.25±0.19^{b}	$_{A}$11.28±0.28^{b}	$_{A}$97.56±0.63^{b}	$_{A}$17.58±0.61^{b}	$_{NS}$5.13±0.04^{c}	$_{NS}$78.90±0.25^{b}
fleshed	70	$_{A}$101.17±0.50^{a}	$_{A}$8.14±0.22^{c}	$_{A}$113.70±0.88^{a}	$_{A}$20.67±0.45^{a}	$_{A}$5.85±0.12^{b}	$_{NS}$79.97±0.48^{ab}
sweet	80	$_{B}$63.80±0.53^{d}	$_{B}$1.33±0.00^{d}	$_{B}$73.17±0.17^{d}	$_{B}$10.69±0.42^{d}	$_{NS}$6.71±0.19^{a}	$_{NS}$81.28±0.76^{a}
potato)							

$_{AB}$Mean in a column of the same drying temperature with different capital letters are significant different (P<0.05).

^{abcd}Mean in a column of the same genotype of sweet potato with different small letters are significant different (P<0.05).

$_{NS}$and ^{ns}Nonsignificant different. [1/]Each value is expressed as the mean ± standard error of mean.

Table 3. Total Phenolic Content (TPC), DPPH-Radical Scavenging Activity (DPPH) and Ferric Reducing Antioxidative Power (FRAP) of sweet potato flours

Sweet potato	Temperature (°C)	TPC[1/] (mg Gallic acid equivalent/ g dry matter)	DPPH[1/] (mg Trolox equivalent/ g dry matter)	FRAP[1/] (mg Trolox equivalent/ g dry matter)
TIS-8250 (Yellow-fleshed sweet potato)	50	$_{B}1.210\pm0.002^{d}$	$_{NS}1.176\pm0.021^{d}$	$_{B}1.252\pm0.019^{d}$
	60	$_{B}1.243\pm0.011^{c}$	$_{B}1.248\pm0.013^{c}$	$_{B}1.480\pm0.004^{c}$
	70	$_{B}1.449\pm0.007^{b}$	$_{B}1.321\pm0.017^{b}$	$_{B}1.725\pm0.010^{b}$
	80	$_{B}1.935\pm0.009^{a}$	$_{B}1.787\pm0.002^{a}$	$_{B}2.182\pm0.010^{a}$
Hoy-sriton (Orange-fleshed sweet potato)	50	$_{A}1.239\pm0.003^{d}$	$_{NS}1.143\pm0.015^{d}$	$_{A}1.447\pm0.026^{d}$
	60	$_{A}1.375\pm0.004^{c}$	$_{A}1.390\pm0.011^{c}$	$_{A}1.671\pm0.022^{c}$
	70	$_{A}1.805\pm0.020^{b}$	$_{A}1.926\pm0.066^{b}$	$_{A}2.101\pm0.030^{b}$
	80	$_{A}2.358\pm0.016^{a}$	$_{A}2.337\pm0.005^{a}$	$_{A}2.808\pm0.016^{a}$

$_{AB}$Mean in a column of the same drying temperature with different capital letters are significant different ($P<0.05$).

^{abcd}Mean in a column of the same genotype of sweet potato with different small letters are significant different ($P<0.05$).

$_{NS}$and ^{ns}Nonsignificant different. [1/]Each value is expressed as the mean $\pm$ standard error of mean.