เทคนิคการเตรียมพริกชี้ฟ้าแดงอบแห้งให้ได้มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารชุมชน

Pretreatment Techniques of Dehydrated Red Spur Chilli peppers for Compliant Thai Agricultural and Community Food Standards

ศรัณย์ ปูริกา, นุแกว อุ่นอุดมวนา และ นักสิทธิ์ ปัญโญใหญ่*

Sarun Purika, Nukawe Aunaudomvana and Naksit Panyoyai*

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Faculty of Agricultural Technology, Chiang Mai Rajabhat University

E-mail : s_purika@gmail.com, n_aunaudomwana@gmail.com and naksit_pan@cmru.ac.th*

*Corresponding author

(Received: 24 April 2023, Revised: 29 July 2023, Accepted: 5 August 2023)

https://doi.org/10.57260/stc.2023.543

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคการเตรียมพริกชี้ฟ้าแดงโดยเปรียบเทียบอุณหภูมิการลวก (60 80 และ 95 องศาเซลเซียส ลวกนาน 3 นาที) และระดับความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (ร้อยละ 0.05 0.10 และ 0.15 มวลต่อปริมาตร แช่นาน 3 นาที) เปรียบเทียบกับพริกไม่ได้ผ่านการลวกหรือแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (ควบคุม) ก่อนนำพริกชี้ฟ้าแดงไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 ชั่วโมง วิเคราะห์คุณภาพด้านความชื้น ค่าวอเตอร์แอคทีวิตี ค่าสี ปริมาณแคปไซซินอะฟลาทอกซินและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและรา โดยการลวกที่อุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียสมีผลต่อการลดความชื้น ค่าวอเตอร์แอคทีวิตี การสูญเสียปริมาณแคปไซซิน นอกจากนี้การลวกทำให้ผลิตภัณฑ์พริกแห้งมีสีแดงลดลงและเกิดสีน้ำตาลคล้ำ ($p \leq 0.05$) ส่วนการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ช่วยรักษาคุณภาพทางด้านสี ปริมาณแคปไซซิน ได้มากกว่าการลวก ($p \leq 0.05$) การเตรียมตัวอย่างทั้ง 2 วิธีสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและราได้คุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหารชุมชนไทย กรรมวิธีเตรียมตัวอย่างที่เหมาะสมที่ผู้ประกอบการและวิสาหกิจชุมชนนำไปปฏิบัติได้ คือ การแช่พริกชี้ฟ้าแดงในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 นาน 3 นาที ก่อนอบแห้ง

คำสำคัญ: การลวก การแช่โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ การอบแห้ง พริกชี้ฟ้าแดง เทคนิคการเตรียม

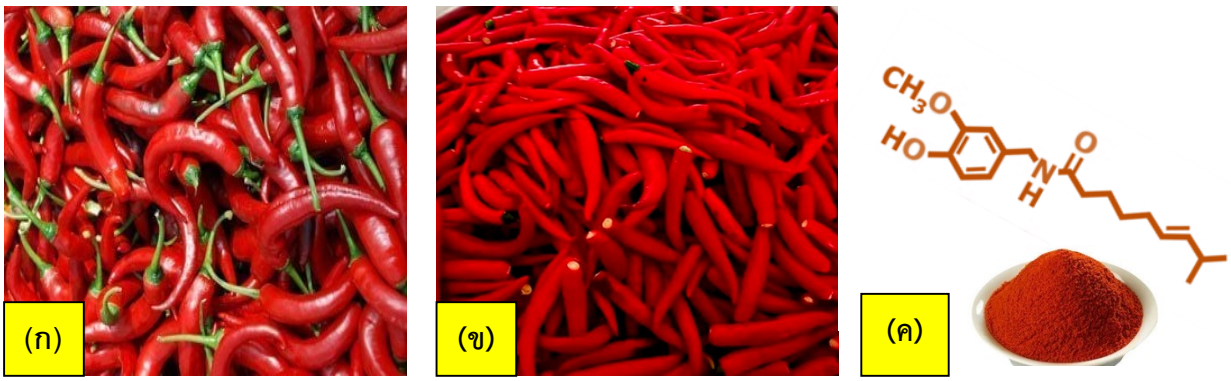
Abstract

The research objective was to compare the pretreatment techniques between blanching (60, 80 and 95 °C, 3 mins) and potassium metabisulfite (KMS) concentration (0.05, 0.10 and 0.15% (w/v), 3 min) on chillies (*Capsicum annuum Linn.* Var acuminatum Fingerh). The untreated chillies were an experimental control. The treatments were dried at 60 °C for 30 hours. The quality control analysis was moisture content, water activity, colour values, capsaicin content, aflatoxin content, total microbial and mould. The higher blanching temperature than 60 °C affected the loss of moisture, water activity, and capsaicin. Moreover, blanching caused the reduction of redness, while increasing the browning of the dried chillies ($p \leq 0.05$). In contrast, soaking in KMS solution could maintain better colour and higher capsaicin content than blanching ($p \leq 0.05$). Both pretreatments reduced the total microbial load and mould content of the final product with the Thai Community Food standard of dried chilli peppers. The suitable pretreatment practice for entrepreneurs and community enterprises is soaking fresh red chillies in 0.15% KMS for 3 minutes before dehydration process.

Keywords: Blanching, Potassium metabisulfite immersion, Drying, Red chillies, Pretreatment techniques

บทนำ

พริกแห้งเป็นเครื่องเทศที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก ผลพริกมีความหลากหลายทั้งรูปร่าง ขนาด สี และความเผ็ดร้อน เอเชียเป็นทวีปที่มีการผลิตพริกสดมากที่สุดถึง 16 ล้านตันต่อปี โดยมีประเทศอินเดียเป็นแหล่งผลิตพริกที่ใหญ่ที่สุดถึงร้อยละ 36.57 ของผลผลิตทั้งหมดในโลก ในขณะที่ประเทศไทยผลิตได้ร้อยละ 4.15 ต่อปี (Geetha & Selvarani, 2017) อุตสาหกรรมแปรรูปพริกในประเทศไทยใช้พริกผลิต ซอสพริก น้ำจิ้ม น้ำพริก พริกแกง พริกดอง พริกสดสีเขียวมักใช้เป็นส่วนประกอบของตำรับอาหารไทยหลากหลายชนิด เช่น ผัดพริกสด แกงเขียวหวาน แกงไตปลา ในขณะที่พริกชี้ฟ้าแดง (*Capsicum annuum Linn.* var. acumination Fingerh) สามารถทำให้แห้งทั้งเมล็ดหรือนำไปป่นเพื่อทำพริกป่นเพื่อใช้เป็นเครื่องปรุงรสอาหารได้ (Wangcharoen & Morasuk, 2007) นอกจากพริกชี้ฟ้าแดงแล้วในประเทศไทยยังมีการใช้พริกขี้หนู เช่น พริกจินดาแดงในการแปรรูปพริกแห้ง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 พริกแดงที่ชุมชนไทยใช้แปรรูปพริกแห้ง (ก) พริกชี้ฟ้าแดง (ข) พริกขี้หนูจินดาแดง (ค) ลักษณะและโครงสร้างทางเคมีของแคปไซซิน (ที่มา : คณะผู้วิจัย, 2566)

กระบวนการทำพริกแดงแห้งในอุตสาหกรรมครัวเรือนโดยทั่วไปใช้วิธีการตากแห้งด้วยแสงแดดโดยมีระยะเวลาการทำแห้งนานมากกว่า 5 วัน ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศจนกระทั่งผลิตภัณฑ์มีความชื้นฐานเปียกสุดท้ายที่ร้อยละ 4-13 ด้วยเหตุที่กระบวนการผลิตใช้เวลาในการอบแห้งนาน การปล่อยให้ผลพริกสัมผัสกับอากาศและแสงสว่างโดยตรงทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลง คุณภาพที่กล่าวถึงนี้ได้แก่ สีแดงซีด การสูญเสียวิตามินซี และโปรวิตามินเอ ในบางครั้งการปล่อยให้พริกสัมผัสกับความชื้นในอากาศและฝนอาจทำให้เกิดการเจริญของเชื้อราได้ (Artnaseaw *et al.*, 2010; Wiriya *et al.*, 2009)

การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์พริกแดงแห้งด้วยการใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนชั้นบางในรูปแบบโรตารี แบบฟลูอิดไดส์ แบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และแบบสุญญากาศ เป็นวิธีการลดเวลาการอบแห้ง (Artnaseaw *et al*,. 2010; Doymaz & Pala, 2002, Hossain & Bala, 2002; Kaleemullah and Kailappan, 2005; Tasirin *et al.*,2007; Vaga-Galvez *et al*., 2008) ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้อยู่ในช่วง 50-80 องศาเซลเซียส (Vega-Galvez *et al*,. 2008) โดยการใช้อุณหภูมิที่สูงช่วยลดเวลาการอบแห้งและเพิ่มประสิทธิภาพ

ในการแพร่ผ่านความชื้น แต่อย่างไรก็ตามการใช้อุณหภูมิอบแห้งที่สูงเกินไปกลับทำให้เกิดการสูญเสียสารประกอบที่ระเหยได้ของพริก รวมทั้งการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการและสี (Di Scala & Crapiste, 2008) เทคโนโลยีในการอบแห้งพริกจึงเปลี่ยนมาใช้อุณหภูมิต่ำเสริมด้วยการอุ่นอากาศเทอร์โมอิเล็คทริก ซึ่งเป็นวิธีการประยุกต์ใช้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคด้านเย็นในการควบแน่นไอน้ำในอากาศเพื่อลดความชื้นของอากาศอบแห้ง และใช้ความร้อนจากด้านร้อนของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคช่วยในการอุ่นอากาศอบแห้งขั้นต้นให้กับระบบอบแห้งแบบอุณหภูมิด้วยแบบใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้า สีของพริกขี้หนูแดงที่ใช้อุณหภูมิต่ำแบบปั๊มความร้อนและการทำงานของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริคเปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการตากแดดตามธรรมชาติ (พชร ว่องไพศาลกิจ และคณะ, 2562)

ในระหว่างการอบแห้งมักเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลทั้งที่มีสาเหตุจากเอนไซม์และไม่ใช่เอนไซม์ ซึ่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลสามารถป้องกันได้ด้วยการเตรียมวัตถุดิบ เช่นการลวกและการแช่สารเคมีที่สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ (Gupta *et al.,* 2002) ในขณะที่การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ได้มีสาเหตุจากเอนไซม์ ที่เรียกว่า ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) จากการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดอะมิโนและน้ำตาลรีดิวส์ทำให้เกิดการสร้างสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์อาหารที่เปลี่ยนแปลงไป

การใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่ต่ำเกินไปในช่วง 20-50 องศาเซลเซียสทำให้การอบแห้งใช้เวลานานและเชื้อราอาจเจริญได้ โดยเฉพาะวัตถุดิบที่เปลือกมีผิวมันเช่น มะเขือเทศ พริก นอกจากนี้ Klieber (2000) ได้พบว่าพริกมีสีแดงคล้ำเมื่ออบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมงและอบต่อที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามการนำพริกแดงไปลวกก่อนการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ช่วยลดเวลาในการอบแห้งผลิตภัณฑ์เหลือ 20 ชั่วโมงโดยมีสีและความเผ็ดร้อนที่ดี (Hossain & Bala, 2007)

งานวิจัยหลายเรื่องที่มีการใช้สารเคมีในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ได้มีสาเหตุจากเอนไซม์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการอบแห้งพริกในช่วงอุณหภูมิ 50-65 องศาเซลเซียส เช่น Doymaz & Pala (2002) นำพริกแดงไปแช่ในสารละลายอิมัลชันของ เอทิลโอลีเอต (solution of ethyl oleate) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ผสมกับโพแทสเซียมคาร์บอเนต (potassium carbonate, K_2CO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 5 พบว่าช่วยรักษาสีของพริกที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสได้ดี Wiriya *et al.* (2009) รายงานว่าการใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 โดยมวลเป็นสารละลายแช่พริกแดงนาน 10 นาทีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อัตราส่วนระหว่างพริกและสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เป็น พริก 450-500 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตรก่อนนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสทำให้พริกแห้งมีสีแดงสว่างสดเพราะสารประกอบซัลไฟต์ยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ได้มีสาเหตุมาจากเอนไซม์ ส่วน Ahmed *et al.* (2000) รายงานว่า การใช้วิธีการร่วมทั้งการนำพริกเขียวไปลวกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 5 นาที แล้วนำไปแช่ในสารละลายผสมระหว่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 1 ผสมกับแมกนีเซียมคาร์บอเนต (magnesium carbonate, Mg_2CO_3) ร้อยละ 0.25 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 15 นาที แล้วอบแห้งที่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสช่วยรักษาความเขียวของพริกแห้งได้ดี

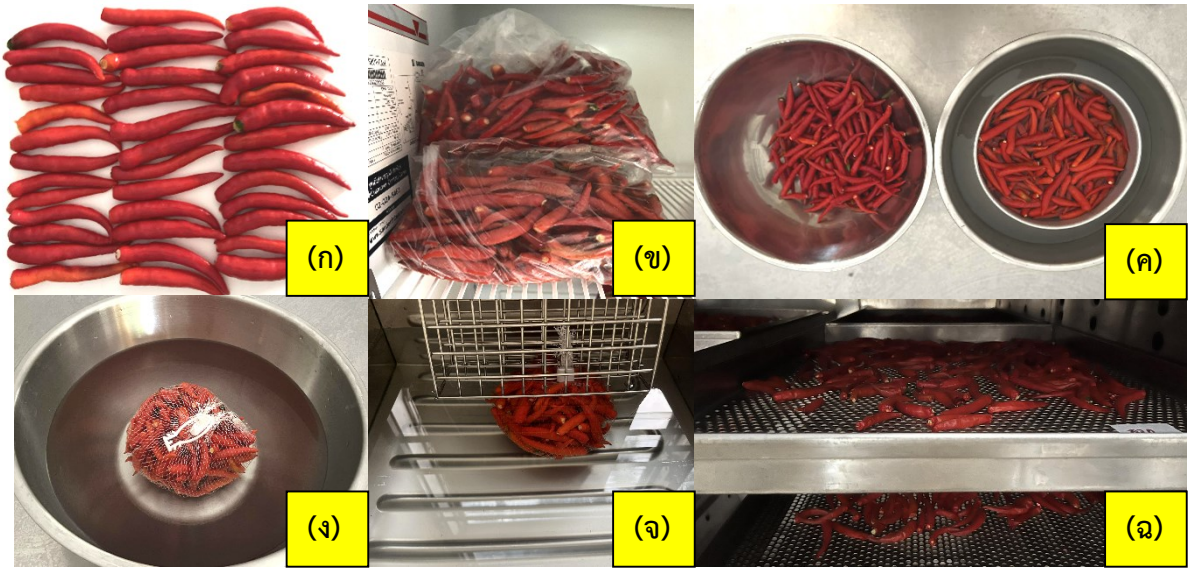
นอกจากคุณภาพด้านสีแล้ว ระดับความเผ็ดร้อนของพริกขึ้นอยู่กับปริมาณของสารแคปไซซิน (capsaicin) ของพริกแต่ละสายพันธุ์ แหล่งพื้นที่ปลูก รวมทั้งสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันทำให้ปริมาณสารแคปไซซินของพริกแตกต่างกันออกไป ระดับความเผ็ดร้อนใช้เป็นปัจจัยที่สำคัญหนึ่งในการวัดระดับคุณภาพของพริกแดงในทางการค้า (Eissa *et al*., 2007) พริกที่ผ่านกระบวนการแปรรูปทางอาหาร เช่น การลวก การแช่เยือกแข็ง การให้ความร้อนต่าง ๆ ทำให้ปริมาณสารแคปไซซินนั้นลดลง (Harrison & Harris, 2006; Schweiggert *et al*., 2006) เช่นเดียวกับการอบแห้งก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคปไซซินด้วย (Kaleemullah and Kailappan, 2005)

คณะผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลของการเตรียมพริกชี้ฟ้าแดง ได้แก่ อุณหภูมิการลวกและระดับความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ที่มีผลต่อคุณภาพของพริกชี้ฟ้าแดงแห้งทั้งในด้านความชื้น วอเตอร์แอคทีวิตี ค่าสี ปริมาณแคปไซซิน และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ รา โดยเปรียบเทียบคุณภาพผลิตภัณฑ์พริกชี้ฟ้าแดงอบแห้งจากการเตรียมด้วยวิธีต่าง ๆ กับมาตรฐานสินค้าเกษตรไทยและมาตรฐานอาหารไทย

ระเบียบวิธีวิจัย

1. วัตถุดิบ

พริกชี้ฟ้าแดงมาจากสวนเกษตรกรในอำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ การคัดเลือกผลพริกใช้มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 3001-2553 พริกแห้ง (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2553)



ภาพที่ 2 กระบวนการ (ก) การคัดขนาดพริก (ข) การเก็บรักษาพริกอุณหภูมิต่ำ (ค) การล้างทำความสะอาด (ง) การแช่พริกใน KMS (จ) การลวกพริก และ (ฉ) การอบแห้งพริกที่ 60 องศาเซลเซียส
(ที่มา : คณะผู้วิจัย, 2566)

ผลพริกชี้ฟ้าที่สุกเต็มที่มีสีแดงสด มีผลสมบูรณ์ สะอาด ปราศจากสิ่งแปลกปลอม ผลพริกไม่เน่าเสีย ไม่มีกลิ่น รสชาติ ผิดปกติ ไม่มีความเสียหายจากศัตรูพืช โดยมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยของพริกฐานเปียกร้อยละ 80.26 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.46 เซนติเมตร และความยาวเฉลี่ย 12.26 เซนติเมตร ผลพริกสดถูกบรรจุในถุงพลาสติกและเก็บรักษาในอุณหภูมิแช่เย็นที่ 8-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 วันก่อนนำไปอบแห้งให้นำพริกมาล้างน้ำสะอาดจากนั้นนำไปเตรียมวัตถุดิบ

2. การเตรียมวัตถุดิบ

2.1 ระดับอุณหภูมิการลวก

ผลของอุณหภูมิการลวกกำหนดอุณหภูมิในการลวกไว้ 3 ระดับ คือ 60, 80 และ 95 องศาเซลเซียส แต่ละอุณหภูมิกำหนดเวลาในการลวกไว้ที่ 3 นาที อัตราส่วนพริกต่อน้ำลวก (1 : 4) คือพริกแดง 500 กรัม ต่อน้ำ 2 ลิตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2.2 ระดับความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์

ผลของความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (Merck, Germany) กำหนดความเข้มข้นไว้ 3 ระดับ คือร้อยละ 0.05, 0.10 และ 0.15 โดยมวลต่อปริมาตร แต่ละระดับความเข้มข้นกำหนดเวลาในการแช่ไว้ที่ 3 นาที อัตราส่วนพริกต่อสารละลายแช่ (1 : 4) คือพริกแดง 500 กรัม ต่อน้ำ 2 ลิตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ทั้งนี้ในระหว่างการลวกและการแช่ตัวอย่างให้นำตัวอย่างพริกไปใส่ในตาข่ายพลาสติก ใช้เชือกรัดตาข่ายให้แน่นแล้วจุ่มลงในน้ำลวกหรือน้ำแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ให้ท่วม จับเวลาให้ครบกำหนดให้นำพริกออกจากตาข่าย ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) ให้พริกสะเด็ดน้ำก่อนนำไปอบแห้งพร้อมกันกับพริกตัวอย่างที่ล้างน้ำสะอาด (ชุดควบคุม)

3. การอบแห้ง

การอบแห้งใช้ตู้อบลมร้อน (Science OFM รุ่น 50-18, ไทย) ที่มีขนาด 70x100x120 เซนติเมตร โดยใช้ถาดที่มีขนาด 30x60 เซนติเมตรในการอบแห้งพริก อุณหภูมิของตู้อบแห้งควบคุมโดยอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิที่มีสวิตซ์แม่เหล็กและอุปกรณ์ปรับความต่างศักย์ไฟฟ้า 380 โวลต์ 50 เฮิร์ต กำลัง 1 แรงม้า อากาศถูกทำให้ร้อนโดยใช้อุปกรณ์ให้ความร้อน ที่ให้พลังงาน 2 กิโลวัตต์ อุณหภูมิภายในของอากาศที่เข้าไปวัดโดยใช้อุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่แสดงผลเป็นตัวเลข อุณหภูมิในการอบแห้งปรับให้คงที่ตลอดเวลาที่ 60 องศาเซลเซียส มีการเบี่ยงเบนของอุณหภูมิในช่วง 1.0-2.0 องศาเซลเซียส โดยตรวจสอบอุณหภูมิให้สม่ำเสมอโดยการบันทึกด้วยเครื่องบันทึกอุณหภูมิ ความเร็วลม 1 เมตร/วินาที ความชื้นสัมพัทธ์ลมร้อนร้อยละ 30 การอบแห้งใช้เวลานาน 30 ชั่วโมง โดยกำหนดความชื้นสุดท้ายของผลพริกแห้งไม่เกินร้อยละ 13.5 ตามมาตรฐานสินค้าเกษตรไทย (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2553) ตัวอย่างพริกที่จะนำมาอบแห้งถูกนำมากระจายบนถาดสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพียงชั้นเดียว โดยใช้ตัวอย่างพริกแต่ละกรรมวิธีการแต่ละรอบการผลิต 500 กรัมในแต่ละซ้ำ

4. การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์พริกชี้ฟ้าแดงอบแห้ง

การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์พริกชี้ฟ้าแดงอบแห้งมีการประเมิน ดังต่อไปนี้

4.1 การวิเคราะห์ความชื้น

การวิเคราะห์ความชื้นใช้วิธีมาตรฐานของ AOAC (1995) โดยใช้ตู้อบวิเคราะห์ความชื้นที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส อบจนน้ำหนักพริกชี้ฟ้าแดงคงที่ การวิเคราะห์แต่ละตัวอย่างทำ 5 ซ้ำ รายงานผลร้อยละความชื้นฐานเปียก

4.2 การวัดค่าวอเตอร์แอคทีวิตี

การวัดค่าวอเตอร์แอคทีวิตี (Water activity) ใช้เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคทีวิตี (AQUALAB 4TE, สหรัฐอเมริกา) การวัดตัวอย่างใช้ตัวอย่างพริกที่หั่นเป็นชิ้น ๆ โดยทำการปรับมาตรฐานด้วยตัวอย่างมาตรฐานที่ทราบค่าแน่นอนก่อนวัด การวิเคราะห์แต่ละตัวอย่างทำ 5 ซ้ำ

4.3 การวัดค่าสี

การวัดค่าสีใช้เครื่องวัดสี (Konica Minilta Cr-400, ญี่ปุ่น) ระบบ CIELAB L* a* b* โดย L* แสดงถึงความสว่าง a* แสดงถึงสีแดง(+)/สีเขียว(-) และ b* แสดงถึงสีเหลือง (+)/สีน้ำเงิน(-) การวัดวัดที่ผิวของตัวอย่าง การวิเคราะห์แต่ละตัวอย่างทำ 5 ซ้ำ จากนั้นนำไปคำนวณ ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (Browning Index; BI)" ดังสมการ BI=[100 (x - 0.31)]/0.17 เมื่อ x = (a* + 1.75L*)/(5.645L*+ a* – 0.3012b*)

4.4 การวิเคราะห์ปริมาณแคปไซซิน

ปริมาณแคปไซซินวิเคราะห์โดยใช้วิธีสเปกโตรโฟโตเมทรี (Cintra 4040,ออสเตรเลีย) โดยนำตัวอย่างพริกแห้งมาสกัดด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 จากนั้นนำไปสกัดตามวิธีการของ Davis *et al.* (2007) แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงอุลตราไวโอเลตในช่วง 215-300 นาโนเมตร คำนวณปริมาณแคปไซซินที่ได้จากการสร้างกราฟมาตรฐานสารละลายแคปไซซินบริสุทธ์ร้อยละ 98 (Sigma, Germany) ที่มีระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน แสดงผลปริมาณแคปไซซินในหน่วย ส่วนในล้านส่วน (ppm) และคำนวณเทียบในรูปของระดับความเผ็ดร้อนจากสูตร Scoville Unit = ปริมาณแคปไซซิน (ร้อยละน้ำหนักแห้ง) x 150,000

4.5 การวิเคราะห์จุลินทรีย์และอัลฟลาทอกซิน

การวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) เชื้อรา จุลินทรีย์ก่อโรค *Clostridium perfringens* โคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยวิธีมาตรฐาน AOAC (2000) และปริมาณอัลฟลาทอกซินด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) โดยวิธีมาตรฐาน AOAC (1995) เปรียบเทียบความปลอดภัยในตัวอย่างพริกแห้งกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนพริกป่น มผช. 492/2547 (สำนักงานมาตรฐานชุมชน 2547)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) การวิเคราะห์ผลทางสถิติใช้การทดสอบความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA และทดสอบความแตกต่างด้วยวิธี Tukey's Test ที่นัยสำคัญ 0.05 ด้วยโปรแกรมสถิติ Statistix version 7 (Florida, USA)

ผลการวิจัย

การศึกษาผลของการเตรียมวัตถุดิบ โดยใช้การลวกที่อุณหภูมิ 60, 80, และ 95 องศาเซลเซียส การแช่ด้วยสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.05, 0.10 และ 0.15 โดยใช้เวลาลวกและแช่สารละลายในแต่ละกรรมวิธีเป็นเวลา 3 นาทีต่อคุณภาพพริกชี้ฟ้าแดงอบแห้ง เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (แช่น้ำดื่ม 3 นาที) ผลการทดลองมีดังต่อไปนี้

1. ผลของการเตรียมวัตถุดิบต่อความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทีวิตีของพริกชี้ฟ้าแดงอบแห้ง

ปริมาณความชื้นของพริกชี้ฟ้าแดงที่ผ่านการเตรียมวัตถุดิบแล้วอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นของพริกสดลดลงจากร้อยละ 80.26 ต่ำกว่ามาตรฐานสินค้าเกษตรพริกแห้ง (3001-2553) ที่ร้อยละ 13.5 (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2553) ทุกวิธีการโดยใช้เวลาการอบแห้งนาน 30 ชั่วโมง จากตารางที่ 1 การลวกพริกชี้ฟ้าแดงก่อนนำไปอบแห้งมีประสิทธิภาพในการลดความชื้นมากกว่าการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์และชุดควบคุม

ตารางที่ 1 การลวกและการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ต่อค่าความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทีวิตีของพริกชี้ฟ้าแดงอบแห้ง

การเตรียมวัตถุดิบ	ค่าความชื้น (% ฐานเปียก)	ค่าวอเตอร์แอคทีวิตี
ลวก 60 °C	10.94 ± 0.031 c	0.448 ± 0.002 a
ลวก 80 °C	10.27 ± 0.052 b	0.446 ± 0.003 a
ลวก 95 °C	10.07 ± 0.032 a	0.443 ± 0.002 a
แช่ 0.05% KMS	11.70 ± 0.067 e	0.472 ± 0.003 bc
แช่ 0.10% KMS	11.38 ± 0.017 d	0.470 ± 0.004 b
แช่ 0.15% KMS	11.45 ± 0.057 d	0.467 ± 0.004 b
ควบคุม	12.69 ± 0.036 f	0.466 ± 0.002 b
มกษ. พริกแห้ง (3001-2553)	<13.5	ไม่กำหนด

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษ (a-f) ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี Tukey's Test ($p \leq 0.05$)

การทดลองอบแห้งพริกช่วยลดค่าวอเตอร์แอคทีวิตีของผลพริกสดจาก 0.825 ให้ลดลงต่ำกว่า 0.48 ค่าวอเตอร์แอคทีวิตีของพริกที่ผ่านการลวกต่ำกว่าพริกที่ผ่านการแช่สารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ และชุดควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบค่าวอเตอร์แอคทีวิตีของพริกอบแห้งที่ผ่านการลวกในแต่ละอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ในขณะที่พริกชี้ฟ้าแดงที่เตรียมโดยการแช่สารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ในทุกความเข้มข้น (ยกเว้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05) ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม

2. ผลของการเตรียมวัตถุดิบต่อค่าสีของพริกชี้ฟ้าแดงอบแห้ง

ผลของการลวกและการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์พริกชี้ฟ้าก่อนอบแห้งมีผลต่อค่าสีซึ่งสามารถใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงสีในระหว่างกระบวนการแปรรูปพริกได้ (Ahmed *et al.*, 2000) ทั้งนี้สีของผลพริกแห้งเป็นดัชนีที่บ่งบอกคุณภาพที่ปรากฏของพริก (Wiriya *et al.*, 2009)

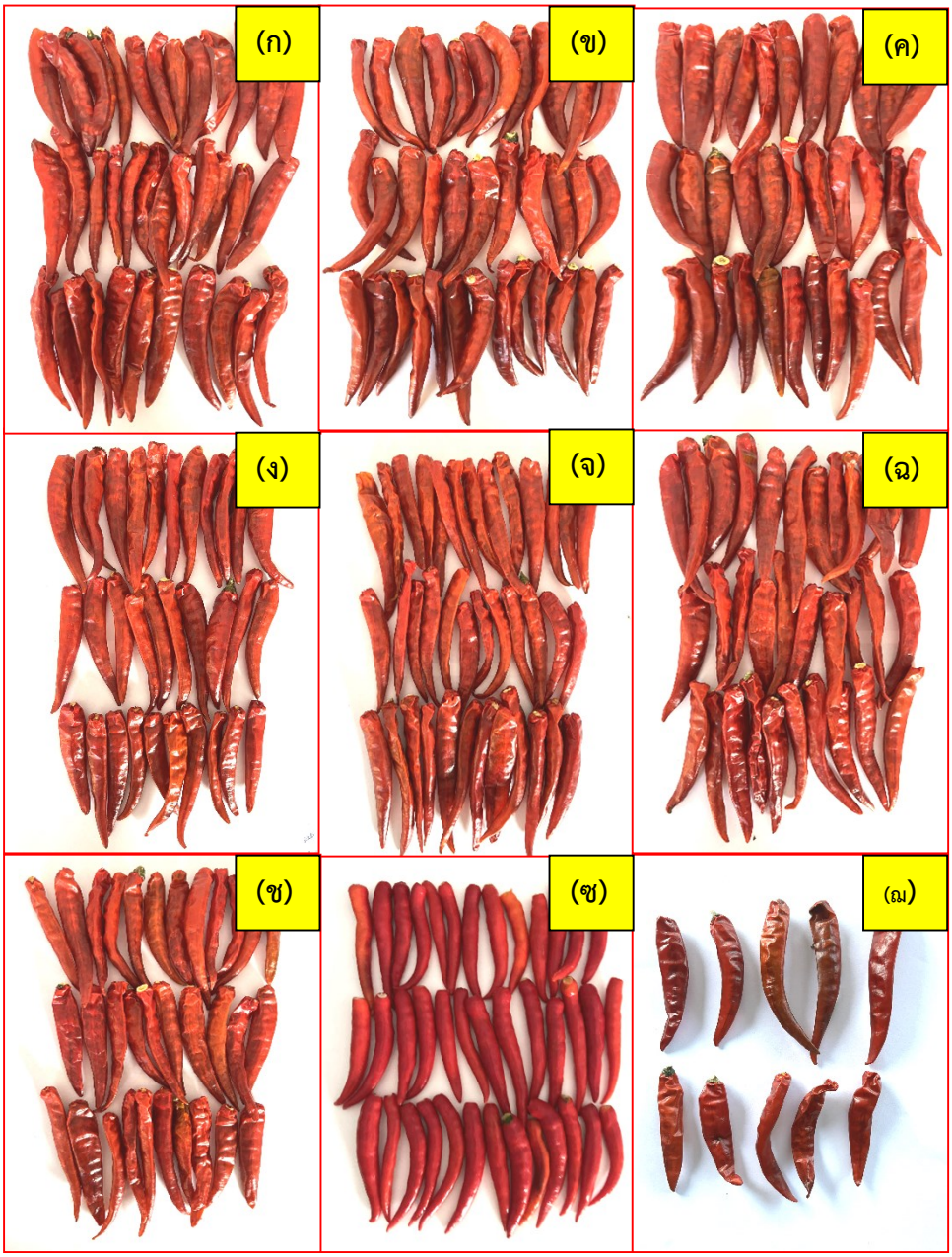
จากตารางที่ 2 ค่าความสว่าง (L*) พริกอบแห้งที่แช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.15 มีความใสสว่างมากกว่าชุดควบคุม และค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่าชุดควบคุม เช่นเดียวการแช่ในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.10 ช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลเทียบกับชุดควบคุม ($p \leq 0.05$) ส่วนความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ต่ำร้อยละ 0.05 กลับเพิ่มดัชนีการเกิดสีน้ำตาล

ตารางที่ 2 การลวกและการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ต่อค่าสีของพริกชี้ฟ้าแดงอบแห้ง

การเตรียมวัตถุดิบ	ค่า L*	ค่า a*	ค่า b*	ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (Browning index)
ลวก 60 °C	48.77 ± 0.45 c	20.57 ± 0.15 b	28.04 ± 0.78 b	34.39±0.06 e
ลวก 80 °C	48.30 ± 0.17 d	18.03 ± 0.06 c	29.73 ± 0.25 c	31.69±0.08 g
ลวก 95 °C	40.60 ± 0.56 e	17.60 ± 0.30 c	30.83 ± 0.25 d	37.55±0.60 a
แช่ 0.05% KMS	49.23 ± 0.42 c	22.03 ± 0.29 a	27.77 ± 0.80 a	35.89±0.02 b
แช่ 0.10% KMS	50.57 ± 0.55 b	21.87 ± 0.90 a	27.70 ± 0.10 a	34.75±0.03 d
แช่ 0.15% KMS	51.40 ± 0.10 a	21.87 ± 0.25 a	27.30 ± 0.82 a	34.13±0.03 f
ควบคุม	50.60 ± 0.44 b	21.90 ± 0.62 a	29.33 ± 0.31 b	35.21±0.10 c

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษ (a-f) ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี Tukey's Test ($p \leq 0.05$)

ส่วนการลวกผลพริกชี้ฟ้าแดงก่อนนำไปอบแห้งพบว่าอุณหภูมิการลวกที่เพิ่มสูงขึ้นจาก 60 องศาเซลเซียสทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของพริกแห้ง เช่น ค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มลดลง และค่าสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อาจเกิดจากการสลายตัวของรงควัตถุที่ให้สีในพริกในกลุ่มแคโรทีนทั้งในระหว่างการลวกรวมไปถึงในระหว่างการอบแห้งด้วย (Gupta *et al.*, 2002) ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของพริกที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส มีค่าต่ำกว่าชุดควบคุม ($p \leq 0.05$) แต่หากเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 95 องศาเซลเซียสกลับเพิ่มการเกิดสีน้ำตาล



ภาพที่ 3 ลักษณะปรากฏของพริกชี้ฟ้าแดงอบแห้งผ่านการเตรียม

(ก) ลวก 60 °C (ข) ลวก 80 °C (ค) ลวก 95 °C

(ง) แช่ 0.05% KMS (จ) แช่ 0.10% KMS (ฉ) แช่ 0.15% KMS

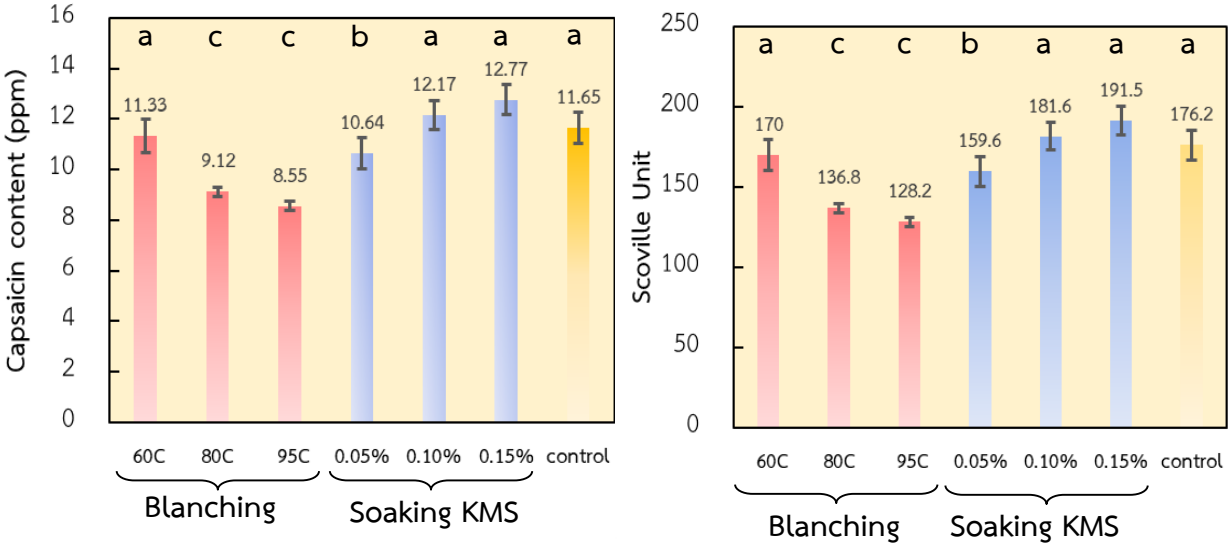
(ช) ควบคุม (ซ) สีพริกสด (ฌ) ตำหนิสีพริกไม่สม่ำเสมอ

(ที่มา : คณะผู้วิจัย, 2566)

3. ผลของการเตรียมวัตถุดิบต่อปริมาณแคปไซซินของพริกแดงอบแห้ง

สารแคปไซซินเป็นดัชนีที่บ่งชี้คุณภาพของพริกเกี่ยวกับความเผ็ดร้อน เมื่อพิจารณาผลของการลวกพริกชี้ฟ้าแดงจากภาพที่ 4 พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิในการลวกจาก 60 องศาเซลเซียสเป็น 95 องศาเซลเซียสทำให้ปริมาณสารแคปไซซินสูญเสียไปร้อยละ 24.54 ส่วนการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ในระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.10 และ 0.15 รักษาปริมาณแคปไซซินได้

ระดับความเผ็ดร้อนของพริกแสดงโดย Scoville Unit จากการทดลอง พบว่า ปริมาณแคปไซซินที่ลดลงมีผลต่อระดับความเผ็ดร้อนของพริกด้วยซึ่งเป็นผลมาจากการลวกเป็นหลัก ทั้งนี้ Scoville Unit ของพริกแดงอบแห้งที่ได้จากการทดลองครั้งนี้มีค่าอยู่ในช่วง 0-5,000 แสดงว่ามีความเผ็ดในระดับปานกลาง (Scoville, 2019)



ภาพที่ 4 การลวกและการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ต่อ (ก) ปริมาณแคปไซซิน และ (ข) Scoville Unit ของพริกชี้ฟ้าแดงอบแห้ง (ตัวอักษรภาษาอังกฤษ (a-c) บนแท่งกราฟแตกต่างกันแสดงว่าค่าเฉลี่ยข้อมูลแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี Tukey's Test ($p \leq 0.05$)
(ที่มา : คณะผู้วิจัย, 2566)

4. ผลของการเตรียมวัตถุดิบต่อปริมาณจุลินทรีย์และคุณภาพของพริกแดงอบแห้ง

การลวกและการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์มีผลต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมโดยการลวกที่อุณหภูมิสูงขึ้นมีผลต่อการตกตะกอนของโปรตีน ทำลายกรดนิวคลีอิกและเอนไซม์ของจุลินทรีย์ทำให้จุลินทรีย์สูญเสียสภาพธรรมชาติ (เพ็ญแขและคณะ, 2550) ผลการลวกและการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ต่อปริมาณจุลินทรีย์พริกชี้ฟ้าแดงแห้งแสดงดังตารางที่ 3

การแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ซึ่งจัดเป็นสารต้านการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมจุลินทรีย์กลุ่มรา แบคทีเรียได้ดี เพราะสารประกอบซัลเฟอร์สามารถจับกับออกซิเจนที่เป็นปัจจัยหนึ่งในการเจริญเติบโตของราและแบคทีเรียบางชนิดได้ (Hashmi *et al.*, 2007) โดยประสิทธิภาพของสารนี้เพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์กับการลวก พบว่าการลวกมีประสิทธิภาพดีกว่าเมื่อใช้อุณหภูมิในการลวกตั้งแต่ 80-95 องศาเซลเซียส ส่วนปริมาณเชื้อราของทุกตัวอย่างมีปริมาณน้อยกว่าค่ามาตรฐานพริกอบแห้งตาม มผช. พริกป่น (492/2547)

ตารางที่ 3 การลวกและการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ต่อปริมาณจุลินทรีย์พริกชี้ฟ้าแดงแห้ง

การเตรียมวัตถุดิบ	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g sample)	ปริมาณรา (CFU/g sample)
ลวก 60 °C	3.5×10^4	<30
ลวก 80 °C	5.0×10^3	<20
ลวก 95 °C	3.0×10^3	<20
แช่ 0.05% KMS	7.0×10^3	<20
แช่ 0.10% KMS	6.0×10^3	<20
แช่ 0.15% KMS	4.0×10^3	<20
ควบคุม	3.6×10^5	<30
มผช. พริกป่น (492/2547)	5×10^5	<100

หมายเหตุ: CFU คือ Colony Forming Unit

เมื่อนำตัวอย่างพริกชุดควบคุมและพริกที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 ก่อนการอบแห้งไปตรวจจุลินทรีย์ก่อโรค *Clostridium perfringens* โคลิฟอร์มแบคทีเรียและปริมาณอัลฟลาทอกซิน พบว่าไม่พบ *Clostridium perfringens* ในตัวอย่าง 0.01 กรัม โคลิฟอร์มแบคทีเรียน้อยกว่า 3 โดยวิธี MPN ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตาม มผช. พริกป่น (492/2547)

ปริมาณอัลฟลาทอกซินในตัวอย่างทั้งสองคือ 10.5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมและ 7.6 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม น้อยกว่า 20 และ 15 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมของตัวอย่างพริกอบแห้ง ได้คุณภาพตาม มผช. พริกป่น (492/2547) และมาตรฐานสินค้าเกษตรพริกแห้ง (3001-2553) ตามลำดับ

การอภิปรายผล

การเปรียบเทียบเทคนิคการเตรียมพริกชี้ฟ้าแดงก่อนอบในตู้อบลมร้อนระหว่างการลวกและการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ที่หลายระดับ พบว่า การลวกมีแนวโน้มทำให้พริกชี้ฟ้าอบแห้งมีความชื้นต่ำกว่าการแช่สารเคมีและชุดควบคุม ด้วยเหตุผลว่าความร้อนในระหว่างการลวกทำให้ผนังเซลล์ของผลพริกเกิดความเสียหายจึงส่งผลทำให้ความชื้นในผลพริกเคลื่อนย้ายออกจากเซลล์ได้ง่ายในระหว่างอบแห้ง (Tontand & Therdchai , 2009 ; Tunde-Akintunde & Afolabi, 2009) การเพิ่มระดับความร้อนของการลวกพริกอาจส่งผลให้ผนังเซลล์มีการเสียสภาพมากยิ่งขึ้นจึงทำให้สูญเสียความชื้นมากกว่าการลวกที่อุณหภูมิต่ำกว่า ด้วยเหตุที่ความชื้นของพริกที่ผ่านการลวกสูญเสียได้ง่ายกว่าจึงทำให้ค่าวอเตอร์แอคทีวิตีที่ต่ำ มีรายงานว่าค่าวอเตอร์แอคทีวิตีของพริกที่มีความชื้นในช่วงร้อยละ 9.7-11.2 นั้นมีค่าวอเตอร์แอคทีวิตีในช่วง 0.42-0.48 (Wiriya *et al.,* 2009) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาพริกอบแห้งในครั้งนี้

การเปลี่ยนแปลงด้านสีของพริกชี้ฟ้าแดงอบแห้งพบว่าระดับความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ร้อยละ 0.15 สามารถยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ได้มีสาเหตุมาจากเอนไซม์ (non-enzymatic reaction) โดยเข้าไปเชื่อมกับหมู่คาร์บอนิลของน้ำตาลรีดิวส์และสารประกอบอื่นทำให้ไม่สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนจึงทำให้ปฏิริยาการเกิดสีน้ำตาลถูกระงับ (Wiriya *et al.,* 2009) ส่วนการใช้สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ร้อยละ 0.05 แช่ในเวลาเพียง 3 นาที อาจจะไม่เพียงพอในการยังยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ได้มีสาเหตุมาจากเอนไซม์ ซึ่งรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ต้องใช้เวลาเพิ่มเป็น 30 นาทีจึงจะสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ (Chaethong *et al.,* 2012) แม้ว่าสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ทำให้เกิดการแพ้ในผู้บริโภคและเกิดกลิ่นรสที่ไม่ดีต่อผลิตภัณฑ์ ดังนั้น ตามกฎหมายและมาตรฐานอาหารไทยจึงสามารถใช้ในสารนี้ผลิตภัณฑ์ผักผลไม้แห้งได้ไม่เกิน 1,500 ส่วนในล้านส่วน (ร้อยละ 0.15) เท่านั้น (นักสิทธิ์ ปัญโญใหญ่, 2553) ซึ่งระดับความเข้มข้นนี้สามารถใช้ในทางปฏิบัติได้และต้องไม่เกินกฎหมายและมาตรฐานกำหนดเพื่อไม่ให้เกิดผลข้างเคียงกับสุขภาพผู้บริโภคและสูญเสียคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ การลวกส่งผลต่อค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มลดลง และค่าสีเหลืองที่เพิ่มมากขึ้นอาจเกิดจากการสลายตัวของรงควัตถุที่ให้สีในพริกในกลุ่มแคโรทีนทั้งในระหว่างการลวกรวมไปถึงในระหว่างการอบแห้งด้วย (Gupta *et al.*, 2002) โดยเฉพาะการลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสทำให้เกิดดัชนีการเกิดสีน้ำตาลมากกว่าอุณหภูมิ 80 และ 60 องศาเซลเซียสอาจเพราะเป็นอุณหภูมิที่สูงจนทำให้สารต้านการเกิดสีน้ำตาลตามธรรมชาติในพริก เช่น วิตามินซีเกิดการเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีทำให้ไม่สามารถเข้าไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสที่ทนอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสได้นาน 5 นาที (Kieu *et al*., 2021; Moon *et al.,* 2020; Taranto *et al.,* 2017)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคปไซซินและระดับความเผ็ดจากการลวกที่อุณหภูมิสูงขึ้นจาก 60 เป็น 95 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Orak & Demirci (2005) พริกแดงที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสเป็น 85 องศาเซลเซียสปริมาณสารแคปไซซินมีแนวโน้มลดลงร้อยละ 10.42 โดยทั่วไปสารแคปไซซินนี้สามารถสลายตัวได้เมื่อผ่านความร้อน (Schweiggert, *et al.*, 2006) นอกจากนี้สารแคปไซซินมี

จุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส สารนี้มีความสามารถละลายน้ำได้น้อย (Skerget & Knez, 1997) ดังนั้น การเพิ่มอุณหภูมิลวกจึงอาจทำให้ผลพริกมีความเผ็ดลดลงได้ ในทางตรงกันข้ามพบว่า การแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ในช่วงความเข้มข้นสูงสุดที่ร้อยละ 0.15 มีการสูญเสียปริมาณแคปไซซินน้อยมาก (Skerget & Knez, 1997) เมื่อเปรียบเทียบกับการลวก

การเปรียบเทียบความปลอดภัยด้านปริมาณจุลินทรีย์ของพริกแห้งที่ผ่านการลวกหรือการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ พบว่า การเตรียมทั้งสองวิธีการช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ในวัตถุดิบพริกสดและเมื่อผ่านการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส (Marwatia *et al.*, 2021) จึงได้คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้านจุลินทรีย์ได่แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และ *Clostridium perfringens* ที่กำหนดเฉพาะตาม มผช. พริกป่น (492/2547) ส่วนมาตรฐานมาตรฐานสินค้าเกษตรพริกแห้ง (3001-2553) ไม่ได้กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ แต่กำหนดความปลอดภัยด้านปริมาณอัลฟลาทอกซินซึ่งต้องต่ำกว่า 15 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมของตัวอย่างพริกอบแห้ง การคัดเลือกผลิตภัณฑ์พริกชี้ฟ้าแดงอบแห้งที่มีคุณภาพด้านความชื้น สี และปริมาณแคปไซซินไปตรวจพบว่าได้มาตรฐานความปลอดภัยจากอัลฟลาทอกซิน

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุป ความชื้นของพริกชี้ฟ้าแดงอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสลดลงจากร้อยละ 80.26 ลดลงเหลือต่ำกว่าร้อยละ 13.5 โดยใช้เวลาการอบแห้งนาน 30 ชั่วโมง การลวกมีแนวโน้มทำให้พริกอบแห้งมีความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทีวิตีต่ำกว่าการแช่สารเคมีและชุดควบคุม โดยพริกอบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.15 มีความใสสว่างมากกว่าชุดควบคุม ส่วนการลวกผลพริกก่อนนำไปอบแห้งพบว่าอุณหภูมิการลวกที่เพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นจาก 60 องศาเซลเซียสทำให้พริกแห้งมีสีคล้ำขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิในการลวกจาก 60 องศาเซลเซียสเป็น 95 องศาเซลเซียสทำให้สารแคปไซซินสูญเสียและระดับความเผ็ดร้อนของพริกลดลง ในทางตรงกันข้ามการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบ-ซัลไฟต์ไม่มีผลต่อการสูญเสียปริมาณแคปไซซิน การลวกและการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์มีผลต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ข้อเสนอแนะ เทคนิคการเตรียมพริกชี้ฟ้าแดงอบแห้งเพื่อให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ควรแช่พริกชี้ฟ้าแดงในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.15 เพราะเป็นวิธีที่ช่วยรักษาคุณภาพทางด้านสี ปริมาณแคปไซซินและลดปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์พริกอบแห้งได้เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ จากการทดลองนี้ทั้งนี้ผู้ประกอบการและวิสาหกิจชุมชนต้องระมัดระวังในการชั่งโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ไม่ให้เกินจากที่กฎหมายกำหนด วิธีที่ให้ผลดีรองลงมาคือใช้วิธีการลวกผลผริกสดด้วยอุณหภูมิในช่วง 60-80 องศาเซลเซียส ลวกนาน 3 นาที

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ที่อนุเคราะห์อุปกรณ์และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

เอกสารอ้างอิง

นักสิทธิ์ ปัญโญใหญ่. (2553). *กฎหมายและมาตรฐานอาหาร.* เชียงใหม่, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

พชร ว่องไพศาลกิจ, กระวี ตรีอำนรรค และ เทวรัตน์ ตรีอำนรรค. (2562). การอบแห้งพริกด้วยเครื่องอบแห้งอุณหภูมิต่ำที่เสริมการทำงานด้วยเครื่องสุญญากาศเทอร์โมอิเล็กทริค. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนครสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 14*(1), 82-96. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/RMUTP/article/view/237676

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2547). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนพริกป่น มผช.492/2547* กรุงเทพมหานคร, กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2553). *มาตรฐานสินค้าเกษตร มกอช. 3001-2553 พริกแห้ง.* กรุงเทพมหานคร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Ahmed, J., Shivhare, U. S., & Raghavan, G. S. V. (2000). Effect of pretreatment on drying characteristics and color of dehydrated green chilli. *Journal of Food Science & Technology, 38*(5), 504-506.

AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 15th ed. Virginia, USA: AOAC International.

AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17th ed. Washington, USA: AOAC International.

Artnaseaw, A., Theerakulpisut, S., & Benjapiyaporn, C. (2010). Development of a vacuum heat pump dryer for drying chilli. *Biosystems Engineering*, *105*(1), 130-138. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2009.10.003

Chaethong, K., Tunnarut, D. and Pongsawatmanit, R. (2012). Quality and Color Parameters of Dried Chili and Chili Powder Pretreated by Metabisulfite Soaking with Different Times and Concentrations. *Kasetsart Journal (natural Science)*, 46, 471-484. https://li01.tci-thaijo.org/index.php/anres/article/view/242901

Davis, C. B., Markey, C. E., Busch, M. A., & Bush, K. W. (2007). Determination of capsaicinoid in Habanero peppers by chemometric analysis of UV spectral data. *Journal of Agriculture and Food Chemistry, 25*(55), 5925-5932. https://doi.org/10.1021/jf070413k

Di Scala, K., & Crapiste, G. (2008). Drying kinetics and quality changes during drying of red pepper. *LWT-Food Science and Technology*, *41*(5), 789-795. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.06.007

Doymaz, I. and Pala, M. (2002). Hot-air drying characteristics of red pepper. *Journal of Food Engineering, 55*(4), 331-335. https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00110-3

Eissa, H. A., Mostafa, B. E. and Hussein, A. S. (2007). Capsaicin content and quality characteristics in different local pepper varieties (*Capsicum annum*) and acid-brine pasteurized puree. *Journal of Food Technology*, *5*(3), 246-255. https://medwelljournals.com/abstract/?doi=jftech.2007.246.255

Geetha, R., & Selvarani, K. (2017). A study of chilli production and export from India. *International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education, 3*(2), 205-210.

Gupta, P., Ahmed, J., Shivhare, U. S., & Raghavan, G. S. V. (2002). Drying characteristics of red chilli. *Drying Technology, 20*(10), 1975-1987. https://doi.org/10.1081/DRT-120015579

Harrison, M. K. and Harris, N. D. (2006). Effects of processing treatments on recovery of capsaicin in jalapeno peppers. *Journal of Food Science*, *50*(6), 1764-1765. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1985.tb10590.x

Hashmi, M. S., Alam, S. Riaz, A., & Shah, A. S. (2007). Studies on microbial and sensory quality of mango pulp storage with chemical preservatives. *Pakistan Journal of Nutrition, 6*(1), 85-88. https://scialert.net/abstract/?doi=pjn.2007.85.88

Hossain, M. A., & Bala, B. K. (2002). Thin-layer drying characteristics for green chilli. *Drying Technology, 20*(2), 489-505. https://doi.org/10.1081/DRT-120002553

Hossain, M. A., & Bala, B. K. (2007). Drying of hot chilli using solar tunnel drier. *Solar Energy.* 81(1), 85-92. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2005.05.015

Kaleemullah, S. and Kailappan, R. (2005). Drying kinetics of red chillis in a rotary dryer. *Biosystems Engineering, 91*(1), 15-23.

Kieu, V. T. D., Nguyen, P. B., Đai, T. T., & Luan, N. T. (2021). The effect of blanching and drying process to the quality of *Capsicum Frutescens L. American. Journal of Engineering Research, 10*(1), 192-196. http://insightsociety.org/ojaseit/index.php/ijaseit/article/view/12132/pdf_1786

Klieber, A. (2000). *Chilli spices production in Australia*. A report for the rural industries research and development corporation. publication No. 00/33, Project No. UA-38A. Rural Industries Research and Development Corporation. Australia.

Marwatia, T., Wanitaa , Y. P., Djaafara, T. F., Hatmia, R. U., Apriyatia, E., & Indrasaria, S. D. (2021). Effect of blanching and drying process on physicochemical and microbiological characteristics of dried chili. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology, 11*(3), 1001-1006. http://insightsociety.org/ojaseit/index.php/ijaseit/article/view/12132/pdf_1786

Moon, K. M., Kwon, E., Lee, L., and Kim, C. Y. (2020). Recent trends in controlling the enzymatic browning of fruit and vegetable products**.** *Molecules, 25*(12), 2754. https://doi.org/10.3390/molecules25122754

Orak, H. H., & Demirci, M. (2005). Effect of different blanching methods and period of frozen storage on enzyme activities and some quality criteria of hot and sweet red peppers (*Capsicum annuum* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences***,** *8*(4), 641-648. DOI:10.3923/pjbs.2005.641.648

Schweiggert, U. Schieber, A., & Carie, R. (2006). Effects of blanching and storage on capscicinoid stability and peroxidase activity of hot chilli peppers (*Capsicum frutescens* L.) *Innovative Food Science & Emerging Technologies***,** *7*(3), 217-224. DOI:10.1016/j.ifset.2006.03.003

Scoville, S. (2019. *Scoville unit***.** Available from https://scovillescale.org/chili-pepper-scoville-scale/

Skerget, M. and Knez, Z. (1997). Solubility of binary solid mixture β-carotene-Capsaiin in dense CO_2. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, *45*, 2066-2069. DOI: 10.1021/jf960936k

Taranto, F., Pasqualone, A., Mangini, G., Tripodi, P., Miazzi, M. M., Pavan, S., & Montemurro, C. (2017). Polyphenol Oxidases in Crops: Biochemical, Physiological and Genetic Aspects. International Journal of Molecular Sciences, *18*, 377; DOI:10.3390/ijms18020377.

Tasirin, S. M., Kamarudi, S. K., Jaafar, K., & Lee, K. F. (2007). The drying kinetics of bird's chillies in a fluidized bed dryer. *Journal of Food Engineering, 79*(2), 695-705. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.02.032

Tontard, S., & Therdthai, N. (2009). Preliminary study of chilli drying using microwave assisted vacuum drying technology. *Asian Journal of Food and Agro0Industry*, *2*(2), 80-86.

Tunde-Akintunde, T. Y., & Afolabi, T. J. (2009). Drying of chili pepper (*Capsicum frutscens*). *Journal of Food Process Engineering*, *33*(4), 649-660. DOI:10.1111/j.1745-4530.2008.00294.x

Vaga-Galvez, A., Lemus-Mondaca, R., Bilbao-Sainz, C., Fito, P., & Andres, A. (2008). Effect of air-drying temperature on the quality of rehydrated dried red bell pepper (var. Lamuyo) *Journal of Food Engineering*, *85*(1), 42-50. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.06.032

Wangcharoen, W., & Morasuk, W., (2007). Antioxidant capacity and phenolic content of chillies. *Agriculture and Natural Resources, 41*(3), 561-569. https://li01.tci-thaijo.org/index.php/anres/article/view/244281

Wiriya, P., Paiboon, T., & Somchart, S., (2009). Effect of drying temperatures and chemical pretreatments on quality of dried chilli. *International Food research Journal*, *16*(3), 441-454.